

Правительство Астраханской области
Служба природопользования и охраны окружающей среды
Астраханской области
ГАОУ АО ВПО «Астраханский инженерно-строительный институт»

**Водные ресурсы Волги:
история, настоящее и будущее,
проблемы управления**

**Материалы Второй межрегиональной
научно-практической конференции**

**Астраханская область,
25–27 октября 2012 г.**

Астрахань
2012

УДК 626.81(282.247)
ББК 26.222.6
В62

Редакционная коллегия:

Л. В. Боронина, Е. В. Каргаполова, Д. Н. Катунин,
И. Ю. Петрова, Л. В. Яковлева

Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления [Текст] : материалы II межрегиональной научно-практической конференции. 25–27 октября 2012 г. / под общ. ред. В. А. Гутмана, А. Л. Хаченьяна. – Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2012. – 373 с.

В сборник материалов Второй межрегиональной научно-практической конференции вошли статьи, посвященные результатам научных и инновационных исследований в области управления водными ресурсами в условиях пониженной водообеспеченности, мелиорации, водного и лесного хозяйства, состояния и путей формирования ресурсосберегающей среды Волжского бассейна.

ISBN 978-5-93026-012-0

© ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2012

Пленарные доклады

ОБЩАЯ СТРАТЕГИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ – ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА НИЖНЕЙ ВОЛГИ

А. А. Жилкин

Губернатор Астраханской области

1. О спасении рыбных запасов Волго-Каспия

Волго-Каспий – важнейший внутренний рыбопромысловый регион России, в котором обитают такие ценные виды рыб, как осетровые, белорыбица, проходная сельдь-черноспинка, вобла, лещ, судак, сазан, сом, щука. Почти все эти рыбы размножаются весной – в начале лета, во время прохождения волжского половодья.

Основным фактором формирования численности промысловых рыб Волго-Каспия служит уровень их естественного воспроизводства.

Величина пополнения молодью промыслового запаса рыб и в целом численности их популяции определяется сложным комплексом факторов, среди которых первостепенное значение имеет величина волжского стока в весенне-летний период.

До зарегулирования волжского стока у города Волгограда даже в период пониженной водности реки Волги (1933–1940 гг.) продолжительность половодья превышала 60 суток (при минимально необходимой величине 50–55 суток) и в море на нагул скатывалась жизнестойкая молодь. Преобладали годы с продолжительностью половодья более 80 суток, при средней многолетней норме стока 135 км³.

Тем самым обеспечивалась не только высокая эффективность нереста рыб и ската жизнестойкой молоди в море, но и высокая продукция кормовых организмов слабо- и солоноватоводного комплекса бентоса в Северном Каспии, являющихся объектом питания этих рыб во время их нагула.

После строительства Волжско-Камского каскада водохранилищ объем стока значительно сократился (примерно на треть по сравнению с естественным периодом водности реки Волги).

В условиях зарегулирования волжского стока поступление воды в низовья реки для обводнения нерестилищ не синхронизировано со сроками наступления нерестовых температур воды, при которых происходит размножение ранненерестующих рыб, таких как судак и вобла. Наиболее сильные нарушения водного и температурного режимов происходят в ма-

ловодные годы, когда отставание образования полов от нерестовой температуры может достигать от одной недели до 19 суток. Тем самым нерест и раннее развитие молоди этих рыб происходит в несвойственных экологических условиях, с низкой эффективностью пополнения запасов.

Особо следует отметить отрицательное влияние раннего поступления в низовья Волги максимальных расходов воды из Волгоградского водохранилища на формирование молоди промысловых рыб. В естественных условиях водности реки максимальные расходы поступали в дельту Волги в первой декаде июня. В современных условиях поступление максимальных расходов обычно совпадает с выклевом личинок и наступлением проточности полов. При этом неокрепшая молодь рыб вымывается из нерестилищ в водотоки, где температура воды и кормовая база не позволяют молоди достичь жизнестойких стадий.

В маловодные годы продолжительность обводнения нерестилищ не достигает необходимой минимальной величины (50–60 суток), вследствие этого нерест рыб Волго-Каспия неэффективен: относительное число жизнестойкой молоди составляет всего несколько процентов.

За 50 лет зарегулирования стока вылов судака и воблы упал до 8–10 %, леща и сазана – до 50 %.

Ситуация в рыбном хозяйстве складывается критическая. Астраханской области как никому на Волге очевидно, что необходимы срочные меры по спасению рыбных запасов. Анализ рисков рыбному хозяйству Волго-Каспия показал, что рыбные запасы можно сохранить, безотлагательно приняв меры на основе следующих мероприятий:

- введение элементов многолетнего регулирования волжского стока с использованием водных ресурсов всего Волжско-Камского каскада водохранилищ;
- приближение гидрографа и параметров искусственных весенних половодий к существовавшим в естественных условиях водности реки Волги. Объем стока за второй квартал должен составлять 120–140 км³ (при 50 % обеспеченности стока – 120 км³, при 75 % обеспеченности – 110 км³ и при 95 % обеспеченности – 90 км³);
- увеличение среднего объема половодья за счет сокращения зимних попусков;
- оптимизация рыбохозяйственных попусков воды в части своевременного начала обводнения нерестилищ, то есть в апреле необходимо обеспечить подачу воды в дельту Волги из Волгоградского водохранилища в сроки, благоприятные для нереста рыб.

2. О государственном подходе к проведению весеннего попуска на Нижнюю Волгу в 2012 году

Государственный подход к решению проблемы мы продемонстрировали в период спецпопуска 2012 года, что сразу же дало положительные результаты.

Несмотря на общий низкий объем весеннего попуска воды на Нижнюю Волгу, далекий от оптимального (объем составил паводка 91 куб. км воды вместо необходимых 120 куб. км), воды весной этого года было больше, чем можно было ожидать по предварительным прогнозам. Нам удалось сдвинуть с мертвой точки вопрос о зимних сбросах. Впервые в истории при формировании графиков попусков воды приоритет нужд энергетиков Волжской ГЭС уступил интересам сельского хозяйства и рыбохозяйственного комплекса! Правительству Астраханской области удалось убедить членов Межведомственной оперативной группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада. Нормативные среднесуточные сбросы на Нижнюю Волгу были уменьшены с 7500 куб. м/с до 5000 куб. м/с. Снижение водосброса с декабря по февраль позволило сохранить стабильную водохозяйственную обстановку, не допустить зимнего паводка и обеспечить благоприятные условия по увеличению предстоящего пропуска «большой воды» в весенне-летний период.

Кроме того, нам удалось добиться, чтобы паводковая вода поступила на большее количество территорий, прежде всего, в зону западных подступных ильменей Астраханской области (ЗПИ).

Была организована рабочая группа по оценке экологического и технического состояния водотоков Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги, включая зону ЗПИ, в которую вошли экологи, ученые КаспНИРХа, специалисты-гидрологи. В числе итогов работы группы – паспортизация всех водных объектов и гидротехнических сооружений (ГТС). Анализ специалистами всех ранее принятых технических проектных решений по берегозащите и ГТС помог нам в этом году определить и разваловать «ключевые» водные объекты, от поступления воды в которые зависит экологическое и социальное благополучие зоны ЗПИ, где проживает 130 тысяч человек. Созданная группой интерактивная цифровая карта зоны ЗПИ является сейчас основой для оперативного принятия решений по вопросам водообеспечения зоны ЗПИ, служит для оптимизации работы всего водохозяйственного комплекса области.

Как всегда, в этом году активно поработали специальные патрули и бригады по спасению молодежи.

Можно уверенно сказать, что в текущем году нами создана надежная основа для продолжения систематической работы по управлению водными ресурсами в интересах всех отраслей хозяйства в регионе.

3. О необходимости повышения качества прогнозов приточности воды к каскаду Волжско-Камских водохранилищ

Решение задач оптимизации управления водным стоком на каскаде невозможно без резкого улучшения качества прогнозов приточности воды к каскаду Волжско-Камских водохранилищ во втором квартале. Для этого необходимо специальное финансирование, обеспечивающее получение спутниковой информации, проведение периодических снегосъемок и восстановление гидрологических постов и воднобалансовых площадок в бассейне Волги. Не зря в Федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» на эти цели выделено отдельное финансирование в размере 5766,1 млн руб., в том числе: по Приволжскому федеральному округу – 559,7 млн руб., по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам – 744,1 млн руб.

4. О влиянии изменений гидрологического режима на экосистемы

Изменение гидрологического режима с момента зарегулирования волжского стока сказалось не только на рыбных запасах Волго-Каспия. Оно отразилось на животном мире, растительном и почвенном покрове региона. Зарегулирование стока Волги уменьшило глубину и продолжительность весенне-летних затоплений. Следовало ожидать, что за сокращением продолжительности паводка последует повсеместное снижение уровня грунтовых вод. Однако вследствие зимних попусков в течение многих лет эксплуатации Волжской ГЭС затапливалась центральная пониженная часть поймы, начались процессы саморассоления грунтовых вод и почв с последующим изменением микрорельефа, обмелением пойменных водотоков, нарушением сложившейся экосистемы.

Растительность как биотический компонент любой экосистемы весьма чувствительна к нарушениям окружающей среды и наиболее наглядно отражает изменение экологической обстановки при антропогенном воздействии. Результаты многолетних полевых наблюдений за состоянием экосистем дельты Волги довольно противоречивы. С одной стороны, в результате зарегулирования стока Волги наблюдается засоление почв и усыхание коренной древесной растительности; с другой стороны, отмечается возрастание доли гидрофильной растительности.

Процессы засоления (рассоления) характерны для нашего региона в силу климатических и гидрогеологических условий. Близость грунтовых вод к поверхности и их гидрогеологическая связь с бассейном реки Волги придают высокую динамичность процессам засоления почв.

К началу 30-х годов XX века повсюду доминировало сульфатное засоление почв, не угнетающее пойменную растительность. Засоленные почвы поймы и дельты не превышали 10 % территории, деградации почв и растительности не наблюдалось. В 80-е годы XX века связи с уменьшением водного стока и ростом засушливости климата на низких участках про-

изошел сдвиг засоления в сторону хлоридно-сульфатного. Увеличение водного стока и подъем уровня Каспия в 90-х годах повлекли за собой очередную сдвиг типа засоления в сторону сульфатного. Повышение уровня Каспийского моря, сопровождавшееся повышением уровня грунтовых вод, послужили причиной развития процессов гидроморфизма нижней части почвенного профиля, засоления, оглинивания верхней части профиля при соответствующем изменении растительности.

Динамика гидрологического режима привела также к формированию на Нижней Волге «химерных» сообществ с участием *занесенных* видов растительности. Мониторинг группировок с участием ясеня пенсильванского, аморфы, клена американского и других подобных видов растений свидетельствует об интенсивно происходящих процессах антропогенной трансформации флоры.

Флористический комплекс долины и дельты Волги относится к азональным пойменным, для которых в настоящее время еще не выявлены закономерности заноса чужеродных видов растений. Процесс изменения растительных сообществ в зависимости от гидрологического режима территории нуждается в изучении в целях оптимизации режимов управления Волжско-Камским водохозяйственным комплексом.

5. О развитии сети ООПТ Нижней Волги

Воздействие человека на биоту привело к необходимости создания сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения. ООПТ играют огромную роль в деле охраны природы, сохранения уникального биоразнообразия водно-болотных экосистем Нижней Волги. Сеть ООПТ требует дальнейшего развития и оптимизации. В процессе создания ООПТ регионального значения в силу недостаточного развития земельного законодательства в те годы в их составе оказались населенные пункты, земельные участки с размещенными на них социально значимыми объектами. В целях соблюдения режима охраны в настоящее время ведется работа по пересмотру границы некоторых региональных памятников природы.

Из-за климатических изменений экологическая ситуация в Волго-Ахтубинской пойме и в дельте Волги вызывает тревогу. Из года в год наблюдается мелководье. Уровень Каспия уже понизился на полметра. Для стабилизации экологической обстановки в Волго-Ахтубинской пойме в этом году в Астраханской области предусмотрено создание новой региональной ООПТ – природного парка «Волго-Ахтубинское междуречье». Природный парк будет организован в пределах поймы на территории Ахтубинского и Черноярского районов на площади 194,87 тыс. га.

Справочно

Работы по проектированию выполнены Московским филиалом ГНУ ВНИИОЗ им. профессора Б. М. Житкова РАСХН по договору с Проектом

ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги» и АРОО «Содействие охране окружающей среды». Проект получил положительное заключение государственной экологической экспертизы, утвержденное приказом службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области от 08.11.2010 г. № 70-Э.

Проект постановления Правительства Астраханской области «Об образовании природного парка Волго-Ахтубинское междуречье» включен в план заседаний Правительства Астраханской области в ноябре 2012 года.

6. О взаимосвязи здоровья людей, качества водных объектов и необходимости современных технологий очистки воды

Одной из существенных составляющих физического здоровья населения, его комфорта и работоспособности является качество воздуха и воды. Как свидетельствует статистика, уровень загрязнения окружающей среды в Астраханской области не превышает средних показателей по стране, однако темпы роста заболеваемости населения за период с 1995 года по 2009 год (+21,4 %) существенно превысили среднероссийский уровень (+15,8 %).

Анализ экологической ситуации* свидетельствует, что состояние водных объектов – одна из главных причин дискомфорта населения и основной фактор обеспечения экологической безопасности Поволжья. В бассейне Волги, охватывающем 39 регионов страны, проживает более 40 % населения России. Среднегодовая токсическая нагрузка на экосистемы Волги и ее притоков в 5 раз превосходит среднегодовую токсическую нагрузку на водные экосистемы других регионов России. Более половины объема годового стока реки не удовлетворяет нормативам и превышает допустимые концентрации в течение всего года.

Воды Нижней Волги, ее притоков и рукавов отнесены к классу «грязные», и качество их пока продолжает ухудшаться. Без предварительной очистки они не пригодны к использованию даже для технических нужд. Астраханская область, в отличие от других областей бассейна Волги, полностью лежит в зоне пустынь и полупустынь, практически не располагает запасом слабоминерализованных вод и целиком использует для питьевых нужд только поверхностные воды реки Волги. Региону необходимы экологически безопасные и экономически выгодные сооружения и устройства для очистки речной воды.

Справочно

** После снижения в 90-х гг. практически на 25 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, связанных с сокращением объемов промышленного производства, наблюдается их значительное увеличение в 2000–2005 гг.*

Объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников предприятий в 2009 г. составил 103 тыс. тонн и,

начиная с 2005 г., имеет тенденцию к снижению. На каждого жителя области пришлось около 100 кг в год вредных веществ, выброшенных в атмосферу, что на ~18 % меньше уровня 2008 г. При этом улавливается только около 12 % загрязняющих веществ от общего количества их выбросов.

По количеству кубометров сброшенной загрязненной воды в Астраханской области складывается благоприятная картина. Но при этом, если в Российской Федерации за период 1990–2009 гг. объем загрязненных вод снизился на 43 %, то в Астраханской области всего на 22 %. Кроме того, использование свежей воды снизилось в РФ на 40 %, в Астраханской области – на 63,5 %.

В ходе проведения социологического опроса населения региона была получена оценка уровня загрязнения окружающей среды. Только около четверти опрошенных (23 %) считают воздух в регионе чистым, а 70 % отметили различные степени загрязненности воздуха в Астраханской области. Наиболее загрязненным считают воздух жители областного центра (29 %), наиболее чистым – жители малых городов (43 %) и сел (38 %).

Наиболее чистой считают воду жители малых городов, наиболее загрязненной – жители г. Астрахани.

В последние годы прослеживается тенденция к понижению содержания в реке Волге и в ее рукавах нефтепродуктов, свинца, цинка, хрома. Однако их значения продолжают превышать ПДК в 1,3–13,6 раза, что не позволяет сделать вывод об удовлетворительном состоянии водоемов. Присутствие нефтепродуктов в большей степени обусловливается судосходностью водных объектов, а также талыми снеговыми и дождевыми водами с территорий населенных пунктов, расположенных вдоль рек.

Статистический анализ указывает на повышение концентраций большинства видов загрязняющих веществ в общем объеме проб воды.

При некотором снижении объемов водоотведения в поверхностные водные объекты в период 1999–2010 годов доля загрязненных (недостаточно очищенных) сточных вод в общем объеме сточных вод возросла с 14 до 16 %, что связано в основном с уменьшением эффективности очистки сточных вод на существующих очистных сооружениях предприятий ЖКХ.

До настоящего времени ливневые и дренажные воды сбрасываются в Волгу без очистки. На ряде предприятий, которые проектировались и строились в первой половине прошлого столетия, отсутствует канализационная система с локальными очистными сооружениями.

При сбросе недостаточно очищенных сточных вод в объеме около 71 млн м³/год (44 % общего объема сточных вод) с городских канализационных очистных сооружений (физико-химическая и биологическая очистка) в природные водотоки и водоемы вносится основная масса загрязняющих веществ (73 %). Общий объем загрязняющих веществ, сбрасываемых

в водоемы со сточными водами, составляет 103 536 т/год. Удельная нагрузка (масса загрязняющих веществ в 1 м³ стоков) от городских очистных сооружений составляет 1,072 кг/м³ при региональной удельной нагрузке на природные поверхностные воды 0,62 кг/м³.

7. Об инвестиционной привлекательности аграрно-промышленного комплекса Астраханской области

Нельзя не остановиться на важности обсуждаемых вопросов для развития аграрно-промышленного комплекса. Астраханская область является одним из основных регионов по выращиванию овоще-бахчевой продукции, региону принадлежит первое место в России по производству томатов. Будущее крупных инвестиционных проектов, связанных с сельскохозяйственным производством на территории области, напрямую зависит от количества и качества воды в реке Волге.

8. О рекреационной ценности Волги и Каспия

Водные объекты дельты реки Волги и прибрежной полосы Каспийского моря составляют значительный экологический и рекреационный потенциал как для Астраханской области, так и для Юга России. До 1993 года рабочее состояние водотоков поддерживалось регулярным проведением дноуглубительных работ за счет средств федерального бюджета. С 1993 года их финансирование прекратилось и частично (5–7 % от общей потребности) возобновилось лишь в 1998 году.

9. О федеральной и региональной целевых программах по развитию водохозяйственного комплекса

В настоящее время ключевым направлением стратегий социально-экономического развития Поволжья и Юга России, включая Астраханскую область, стало решение проблем водохозяйственного комплекса реки Волги.

Можно сказать, что к концу первого десятилетия XXI века проблемы, связанные с недостатком воды и ухудшением качественного состояния водотоков дельты реки Волги, достигли критической черты. Астраханская область в силу своего географического положения и особенностей развития отраслей хозяйства сильнее других приволжских территорий ощущала дефицит воды, обострившийся в последние маловодные годы. Астрахань выступила с целым рядом инициатив. Уже с 2006 года, когда Д. А. Медведев проводил в Астраханской области совещание по развитию аквакультуры, мы старались привлечь внимание федерального центра к вопросам рационального регулирования стока Волги с учетом экологической безопасности Нижней Волги и интересов сельского хозяйства и рыбной отрасли.

Знаковым было и пребывание главы государства в Астрахани в августе 2009 года, когда он провел здесь совещание по вопросам прикаспийского сотрудничества. В конце концов мы смогли доказать Правительству

Российской Федерации, что решению водохозяйственных проблем реки Волги целесообразно уделить особое внимание, что деньги, затраченные на экологию Волги и ее дельты, окупятся сторицей.

В октябре 2010 года во время визита в Астрахань президент Российской Федерации дал ряд поручений по решению накопившихся проблем Волги.

После посещения Астрахани в августе 2011 года президентом Российской Федерации Правительству Российской Федерации, федеральным органам исполнительной власти, курирующим водохозяйственный комплекс, было поручено рассмотреть вопрос реализации мер по восстановлению водной системы дельты Волги.

Широкий резонанс обсуждения глобальных волжских вопросов привел сначала к формированию концепции федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах», а в апреле 2012 года – и к принятию самой программы, в которой, к слову сказать, проблемы Нижней Волги в силу своих масштабов и комплексности выделены в отдельный блок.

Еще до старта ФЦП впервые за последние 20 лет федеральные министерства выделили весьма существенные средства на поддержание водохозяйственного комплекса нашего региона. В 2011 году финансирование работ, связанных с развитием водохозяйственного комплекса области по линии Минсельхоза, Минрегиона, Росрыболовства, Росводресурсов, составило около 650 млн рублей.

В целях реализации Водной стратегии России Астраханская область уже в июне 2011 года разработала и приняла собственную программу использования и охраны водных ресурсов реки Волги. Целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Астраханской области в 2012–2020 годах» предусматривает масштабные комплексные работы по восстановлению и экологической реабилитации водных объектов, ликвидации дефицита водных ресурсов, повышению эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений Астраханской области, строительству сооружений инженерной защиты для обеспечения безопасности населения от вредного воздействия вод. Уверен, реализация программы не только улучшит условия жизни населения, увеличит биоресурсы Волги, но и позитивно отразится на состоянии экосистем Нижней Волги, будет способствовать сохранению биоразнообразия всемирно известных водноболотных угодий «Дельта реки Волги», охраняемых Рамсарской конвенцией как местообитание водоплавающих птиц.

В настоящее время объекты регионально программы подготовлены для участия в конкурсном отборе Минприроды России для включения в федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».

Мы рассчитываем, что до 2020 года регион получит более 16 миллиардов рублей, которые будут направлены, в первую очередь, на дноуглубительные работы на судоходных каналах и каналах-рыбоходах, на строительство и ремонт ГТС.

Важно подчеркнуть, что по условиям предоставления государственной поддержки из федерального бюджета для решения целого ряда задач с 2013 года единственным механизмом получения поддержки станут региональные целевые программы. Астраханская область стала одним из первых регионов, которые полностью готовы к таким условиям.

10. О результатах работы по развитию водохозяйственного комплекса Астраханской области

Приоритетом нашей региональной политики в области социально-экономического развития и обеспечения экологической безопасности Астраханской области в 2012 году стало обеспечение водными ресурсами населения и отраслей экономики.

Уже сейчас, по прошествии всего одного года, можно наблюдать положительные сдвиги в стабилизации водохозяйственной обстановки и восстановлении водных объектов.

Поручения президента Российской Федерации выполняются в полном объеме. К настоящему времени проведена следующая работа.

- Подготовлены и направлены предложения по совершенствованию водного законодательства в целях решения проблемных вопросов в части незаконной застройки и незаконной хозяйственной деятельности в водоохраных зонах.

- Налажена система межведомственного взаимодействия и мониторинга принятия решений органами местного самоуправления по предоставлению земельных участков под застройку в целях контроля и предотвращения незаконной застройки и незаконной хозяйственной деятельности в водоохраных зонах водотоков.

- Завершаются обсуждения проекта новых Правил использования водных ресурсов Волжско-Камского каскада водохранилищ (Куйбышевского, Саратовского, Волгоградского), разработанного НИ «Научно-технический центр водохозяйственной безопасности «Вода и люди: XXI век» с учетом приоритета сохранения экосистем Нижней Волги. До утверждения новых правил эксплуатация водных объектов пока регулируется старыми правилами, принятыми более 30 лет назад без учета экологических приоритетов. В обсуждении документа принимают участие представители Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Самарской, Ульяновской областей и Республики Татарстан. Режимы управления Волжско-Камским водохозяйственным комплексом в целях сохранения и рационального использования животного мира, растительного и почвенного покрова должны естественно меняться в зависимости от запасов воды в во-

дохранилищах и прогноза на приточность. Решение научно-хозяйственной задачи управления каскадом водохранилищ может стать большим научным достижением XXI века и способствовать реализации подобных задач в других регионах мира, где вопросы экологизации водохозяйственных систем стоят не менее остро.

Работа представителей Астраханской области в составе Межведомственной оперативной группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада (МОГ) позволила добиться положительных сдвигов в решении вопросов управления стоком Волги.

- Благодаря инициативе и настойчивости астраханцев зимой 2011–2012 года удалось добиться ограничения сброса воды с Волжской ГЭС (не более 5000 куб. м/с). Впервые удалось договориться с энергетиками и предотвратить зимние затопления Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги.

- Достигнуто понимание необходимости совершенствования системы прогнозирования климатических условий, особенно в целях повышения точности прогнозов приточности воды к Волжско-Камскому каскаду водохранилищ. Впервые в рамках федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» выделены большие средства на развитие сети мониторинга водных объектов.

Из года в год беспокоит жителей Астраханской области проблема пропуска паводковых вод в зону ЗПИ, обводняемых только в период половодья. Весной 2012 года нам удалось распределить паводковый сток волжской воды по каналам и ерикам так, чтобы максимально заполнить цепочки подстепных ильменей зоны ЗПИ, хотя объем сброса в нижний бьеф Волгоградской ГЭС и в этом году был существенно ниже оптимального.

Рабочей группой по оценке экологического и технического состояния водотоков Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги, включая зону ЗПИ, была проведена масштабная аналитическая работа, чтобы определить причины пересыхания некоторых ранее заполнявшихся ильменей и принять неотложные меры к их обводнению. Группой были выработаны рекомендации по максимальному пропуску вод весеннего половодья 2012 года в водные объекты ЗПИ, разработан график оптимального пуска воды во II квартале 2012 года с Волгоградского гидроузла, подготовлены предложения по урегулированию вопросов, требующих оперативного и межведомственного решения (ситуация на водных объектах – ильменях Малая Чада и Кобел Лиманского района Астраханской области). По итогам паводка специалистами выявлены недочеты, допущенные за период половодья, разработана электронная карта ЗПИ, на которой наглядно, с привязкой к местности показаны результаты паводка. Карта содержит информацию о проблемных местах, где вместо земляных валов будут построены шлюзы-регуляторы, позволяющие в период паводка по каналам и

ерикам направлять воду в населенные пункты, отмечены намечаемые к строительству ГТС, где предполагается установить энергосберегающие насосы.

В рамках реализации региональной водохозяйственной программы и подготовки к участию в конкурсном отборе для включения в федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» подготовлены и защищены в Росводресурсах 18 объектов гидротехнического строительства на общую сумму 1,7 млрд руб., пять из которых уже реализуются в 2012 году. Организована разработка проектно-сметной документации по всем объектам Астраханской области, включенным в долгосрочную программу.

Первые итоги работы региональной программы развития водохозяйственного комплекса можно видеть уже сейчас. Благоприятный социальный, экономический и экологический эффект принимаемых мер уже чувствуют жители Астраханской области.

Заключение

Уверен: то, что Астраханская область по итогам 2011 года попала в первую десятку российских регионов – лидеров по эффективности работы властей, свидетельствует о том, что мы работаем в правильном направлении. Сейчас мы приступили ко второму этапу реализации программы социально-экономического развития региона, поставили перед собой более сложные задачи. Наша цель – сделать регион в ближайшие годы богатым и процветающим, повысить благосостояние населения.

Вклад ученых в нашу общую работу – в проведении исследований, которые могли бы служить базисом для инновационного пути развития области, подспорьем для выполнения практических задач. Так, в условиях низкого уровня естественных нерестилищ уверенно можно сказать, что, учитывая научные разработки КаспНИРХа и накопленный в регионе опыт по искусственному воспроизводству осетровых и других ценных видов рыб, Астраханская область сможет участвовать в программе зарыбления всей Волги и Каспия. Безусловно, в решении такой грандиозной задачи играют роль и режим попуска воды, и ее качество, и состояние водотоков, и жизнеспособность молоди, и многие другие факторы. Не сомневаюсь, что, объединив усилия ученых и всех заинтересованных ведомств в борьбе за восстановление рыбных запасов, мы сможем их восстановить.

Работа Второй межрегиональной научно-практической конференции «Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления» способствует объединению усилий ученых и властей в целях совершенствования механизмов управления Волжско-Камским каскадом водохранилищ.

Водохозяйственные мероприятия, намеченные федеральной целевой программой в бассейне реки Волги, должны реализоваться на крепкой

научной основе. Взаимодействие с наукой приведет в итоге к формированию качественного потенциала социальной и природной среды, сбалансированному социально-экономическому развитию всех приволжских территорий.

Уважаемые участники конференции!

Среди Вас есть главы регионов представители федеральных и региональных органов власти, ученые, проектировщики, руководители подрядных организаций, – в общем, сегодня в этом зале собрались люди, от которых зависит будущее реки Волги.

Хочу пожелать всем успехов в этой непростой работе!

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ

*Н. А. Сахарова, А. А. Сахарова
Нижне-Волжское бассейновое водное управление,
г. Волгоград (Россия)*

Согласно п. 19 статьи 1 Водного кодекса РФ (далее – ВК РФ) сточные воды – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязненной территории.

Сточные воды содержат химические и бактериологические загрязняющие вещества. Поступление в водные объекты загрязняющих веществ изменяет химический состав воды, биохимический режим водных объектов, состав микроорганизмов. Поэтому, согласно ст.60 ВК РФ, чтобы не происходило ухудшение экологического состояния водных объектов, их истощение и деградация, вода после использования ее в хозяйственной деятельности должна возвращаться в природную среду очищенной.

Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Водный кодекс Российской Федерации предусматривает установление для природопользователей нормативов допустимых выбросов и сбросов.

Нормативы допустимых сбросов устанавливаются для сточных вод действующего предприятия – водопользователей, исходя из условий недопустимости превышения предельно-допустимых концентраций вредных веществ и микроорганизмов в контрольном створе или на участке водного объекта с учетом его целевого использования при превышении ПДК в контрольном створе – исходя из условия сохранения состава и свойств воды в водных объектах, сформировавшихся под влиянием многих факторов.

Для чего в принципе нужно нормирование?

Во-первых, нормирование сброса вредных веществ со сточными водами является важнейшей мерой по обеспечению нормативного качества воды в водных объектах.

Во-вторых, нормирование позволяет анализировать текущее состояние выполнения обязательств предприятия по обеспечению требований природоохранного законодательства, и если водопользователь действует не в рамках закона, применять штрафные санкции, сверхлимитные платежи.

В-третьих, превышение фактического сброса загрязняющих веществ, по сравнению с нормативным увеличивает размер платы за сброс загрязняющих веществ в водоемы и, соответственно, влияет на рентабельность работы предприятий особенно водопроводно-канализационного хозяйства.

Для того чтобы соблюдать требования законодательства предприятию, которое осуществляет сброс загрязняющих веществ в окружающую среду, необходимо согласовать и утвердить нормативы допустимых сбросов и микроорганизмов в водные объекты (далее – НДС) и получить разрешение на сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и решение на пользование водным объектом.

Ранее действующее понятие «пределно – допустимый сброс» или «ПДС» законодательством в настоящее время (после введения нового ВК РФ) не применяется.

Порядок утверждения нормативов НДС урегулирован соответствующими нормативными актами.

Согласно пункту 1 постановления Правительства РФ от 23.07.2007 г. № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей», которого установлено, что нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей утверждаются Федеральным агентством водных ресурсов по согласованию с Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору и Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору на основании предложений водопользователей, подготовленных в соответствии с нормативами допустимого воздействия на водные объекты, разработанными в порядке, установленном Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

Постановление Правительства РФ от 10.03.2009 г. № 219 о внесении изменения в пункт 1 постановления Правительства Российской Федерации от 23.07.2007 г. № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей». Нормативы НДС вместо Федеральной службы по ветеринарному и

фитосанитарному надзору подлежат согласованию Федеральным агентством по рыболовству.

Функции по согласованию НДС от Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору перешли Федеральной службе по надзору в сфере природопользования, согласно постановлению Правительства РФ от 13.09.2010 г. № 717 «О внесении изменений в некоторые постановления Правительства РФ по вопросам полномочий Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору».

Особенности установления и согласования НДС в водные объекты для водопользователей рассматриваются в «Методике разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (далее – Методика), утвержденной приказом МПР РФ от 17.12.2007 г. № 333. Данный приказ зарегистрирован в Минюсте РФ 21.02.2008 г. за № 11198 и опубликован 02.06.2008 г. в Бюллетене нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. Дата начала действия Методики – 13.06.2008 г.

При этом, надо помнить, что с принятием Водного кодекса и постановления Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 881, постановление Правительства РФ 1504 от 19.12.2006 г. «О порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты» признано утратившим силу с 1 января 2007 г. То есть в период с 01.01.2007 г. до 13.06.2008 г. возник правовой вакуум. Эта ситуация оказывает влияние на водопользователей, превращая их в нарушителей закона – неплательщиков за негативное воздействие на окружающую среду. Ведь в соответствии с пунктом 1 статьи 16 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» сброс сточных вод оказывает негативное воздействие на окружающую среду и является платным.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 28.08.1992 г. № 632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» организация обязана оформить в установленном порядке разрешение на сброс загрязняющих веществ, размещение отходов. При отсутствии у организации такого разрешения вся масса загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитная и водопользователь становится нарушителем природоохранного законодательства. Но в данный период времени отсутствует возможность получить разрешение на сброс загрязняющих веществ в водные объекты с утвержденными нормативами НДС. Представляется неправомерным взимание платы с применением пятикратного повышающего коэффициента к платежам за осуществленные сбросы.

И это подтверждено судебной практикой. Решением Арбитражного суда Камчатского края по делу № А24-4417/2008 от 18.11.2008 г. было установлено, что отсутствие в этот период утвержденных нормативов допустимых сбросов обусловлено не виной водопользователя, а отсутствием утвержденных в установленном порядке Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты и Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей.

В настоящее время в соответствии с пунктом 12 указанной Методики, утвержденной Приказом № 333, величины НДС разрабатываются и утверждаются для действующих и проектируемых организаций-водопользователей. Разработка величин НДС осуществляется как организацией-водопользователем, так и по его поручению проектной или научно-исследовательской организацией.

При этом процесс нормирования по Методике представляется неоднозначным. Так замечания к «Методике расчета НДС веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» представили ученые института ОАО «НИИ ВОДГЕО»: «Методикой предусмотрено нормирование: по бассейновому принципу, индивидуальный расчет, с использованием региональных нормативов, с использованием целевых показателей качества. Но все принципы расчета (кроме индивидуального) на сегодняшний день не возможны, так как еще не разработаны ни целевые, ни региональные нормативы допустимого воздействия на водные объекты водных объектов, ни нормативы допустимого воздействия на бассейны водных объектов по бассейнам водных объектов».

В резолюции участников заседания «круглого стола» Комитета ТПП РФ по природопользованию и экологии также было отмечено, что Методика имеет серьезные методологические и методические неточности. Например, отсутствует связь между Методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (НДВ) и Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. «Разработка НДС ведется, в том числе, и на основании НДВ, которые не разработаны».

Действительно, при расчетах НДС есть некоторые сложности. Для расчета НДС каждый водопользователь должен использовать гидрохимические и гидрологические данные о водном объекте из нормативов допустимого воздействия на водные объекты (НДВ), разработанных для бассейна реки, реки или участка реки, для водохозяйственного участка, на котором он осуществляет водопользование. Но НДВ должны разрабатывать не водопользователи, а по заданию Росводресурсов за федеральные средства научно-исследовательские или проектные организации.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 881 нормативы допустимого воздействия на водные объекты разрабатывает

Федеральное агентство водных ресурсов с участием Федерального агентства по рыболовству, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на основании предельно допустимых концентраций химических веществ, радиоактивных веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах и в соответствии с методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты и утверждает указанные нормативы при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы.

По некоторым водным объектам на территории Волгоградской области нет изученности, нет информации о глубине, извилистости, шероховатости, нет возможности установить коэффициенты, которые позволят высчитать разбавление, необходимое для разработки нормативов НДС».

Получается, что если водопользователи начинают обращаться в Росгидромет для получения информации по водным объектам, а их там нет, то о расчете НДС с учетом использования Методики не может идти речь? Что в таком случае делать водопользователям?

Процесс установления НДС это весьма сложный процесс, который к тому же сильно затянутый. Большое количество согласовывающих ведомств, к сожалению, доставляет определенные проблемы для водопользователей. Не определены компетенция и полномочия конкретных согласующих органов. Каждый согласующий орган считает необходимым проводить рассмотрение (фактически экспертизу) материалов заявителя, с привлечением иногда подведомственных предприятий и организаций, и соответственно брать за это плату.

В целом отсутствует регламент по согласованию уполномоченными органами НДС, и сроки рассмотрения материалов могут составлять несколько месяцев, а все это время, пока нормативы разрабатываются, согласовываются, плата за вредное воздействие на водные объекты взимается с повышающим коэффициентом. Если учесть немаленькие затраты, то предприятиям – водопользователям не позавидуешь.

Как и по всей стране дела обстоят и в Волгоградском регионе – применение НДС, с одной стороны, для водопользователя это лучше и выгоднее. Новая методика снижает уровень затрат предприятия для того, чтобы довести сбросы до нормативного уровня. Нормативы сброса для него устанавливаются без учета лимитирующих показателей вредности, следовательно, менее жесткие и применительно к выпуску сточных вод, но уже с учетом того, что водный объект разбавит стоки за счет фоновых концентраций. Но данный подход выгоден водопользователю, если фоновые концентрации в водном объекте позволяют разбавить стоки. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты на территории Волгоградской об-

ласти не разрабатывались, следовательно, возникают сложности при разработке нормативов НДС для водопользователей».

Противоречие возникает и в том, что согласно:

- п. 1 ч. 6 ст. 60 Водного кодекса РФ от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ: «При эксплуатации водохозяйственной системы запрещается осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах)»;

- п. 12 «Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей», утвержденной приказом МПР России от 17.12.2007 г. № 333 – «Если фактический сброс действующей организации-водопользователя меньше расчетного НДС, то в качестве НДС принимается фактический сброс»;

- расчет НДС, согласно «Методики...» по всем загрязняющим веществам производится через коэффициент смешения, т. е. учитывается способность водоема к самоочищению;

Следовательно, возникает вопрос, по каким показателям нормировать вещество, если, к примеру, при сбросе в водоем рыбохозяйственного назначения, где норматив по нефтепродуктам – 0,05 мг/л, расчетная величина – 2,1 мг/л, а фактическая по прошлому году 0,02 мг/л, а за последние пять лет максимум – 0,04 мг/л?

Очень жаль, но сегодня, как, впрочем, и вчера, вопросов больше, чем ответов...

ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

***Б. И. Кочуров, В. А. Лобковский, Л. Г. Лобковская**
Институт географии РАН, г. Москва (Россия)*

Изучение такого сложного объекта, как регион, его природно-хозяйственной системы предполагает использование совокупности экономических, географических, экологических и иных методов исследования. Среди них важнейшее место занимает эколого-географический анализ, направленный на интеграцию и синтез полученных данных и знаний о природе и хозяйстве территории. Природопользование как система составляет основу расселения и освоения территории, формирования экологического опыта социумов и традиционной культуры, развития различных отраслей хозяйства и экономики региона.

Согласно разработанной методике эколого-географического анализа регионального природопользования, потенциал территории региона опре-

деляется по двух составляющим: природа (природно-ресурсный потенциал) и социум (социально-экономический потенциал) [1–5].

Характеристика структуры природно-ресурсного потенциала дается с помощью ключевых индикаторов (табл. 1).

Таблица 1

Индикаторы структуры природного потенциала территории
с позиции регионального природопользования

<i>Природные условия и ресурсы</i>	<i>Ключевые индикаторы</i>
Агроклиматические	Биологическая эффективность климата (произведение суммы активных температур и коэффициента увлажнения)
Биологические	Оценка видового обилия флоры и фауны. Оценка общего запаса фито- и зоомассы
Водные	Водообеспеченность территории региона ресурсами поверхностных и подземных вод
Земельные	Площадь сельскохозяйственных угодий. Интегральная оценка качества почв
Лесные	Запас древесины на корню. Лесистость территории
Минерально-сырьевые ресурсы	Потенциальный запас используемых ресурсов минерального сырья. Запасы и продуктивность топливно-энергетических ресурсов
Рекреационные	Обеспеченность регионов ресурсами комфортности климата. Наличие культурно-исторических достопримечательностей и природных объектов

Таким образом, природные условия и ресурсы являются базисом, основной процесса природопользования, во многом определяющим возможности и эффективность различных видов природопользования в границах конкретной территории. Процессы природопользования направлены, прежде всего, на использование природно-ресурсного потенциала, при этом основной задачей является оптимизация взаимоотношения природной среды и общества, то есть сохранение и воспроизводство благоприятных природных условий, в том числе условий жизни и хозяйственной деятельности человека, с одной стороны, и удовлетворение потребностей человека, с другой.

Далее рассмотрим основные результаты оценки природно-ресурсного потенциала регионов России.

Природно-ресурсный потенциал

Агроклиматический потенциал. Агроклиматический потенциал с точки зрения регионального природопользования оценивается, прежде всего, с позиций благоприятности для сельского хозяйства, то есть обеспечения теплом и влагой. В качестве ключевого индикатора для его оценки используется индекс биологической эффективности климата, предложен-

ный Н. Н. Ивановым, оценивающий соотношение суммы активных температур и увлажненности территории.

Исходные данные для расчета агроклиматического потенциала определялись на основе специализированных статистических, картографических и литературных данных (сборники Росстата, агроклиматические справочники, климатический атлас и др.) в границах каждого из регионов России. При определении значений данных, обработке, анализе и генерализации контуров в границе региона, использовались сравнительно-географический, картографический, аналитический методы. Расчет индекса биологической эффективности климата позволил получить усредненные количественные значения величины агроклиматического потенциала регионов РФ. Полученные значения индекса биологической эффективности климата для каждого из регионов ранжировались и переводились в вербальные значения (очень высокое, высокое, среднее, низкое, очень низкое).

Большинство регионов с очень высоким агроклиматическим потенциалом расположены в Европейской части России в центральной (Белгородская, Брянская, Курская, Орловская области, Республика Мордовия) и южной (Республики Адыгея, Северная Осетия – Алания, Ингушетия, Чечня, Ставропольский край) частях.

В целом, районы с оптимальным соотношением тепла и влаги занимают 13,7 % территории России, 86 % территории России имеет те или иные природные ограничения функционирования сельского хозяйства, в основном это территория Дальневосточного, Уральского, Северного Федеральных округов (ФО), а наиболее благоприятны по соотношению тепла и влаги территории Северо-Кавказского и Центрального ФО.

Для ряда регионов (Астраханская область, Республика Калмыкия и др.) характерно очень высокое значение суммы активных температур, в сочетании с недостаточным увлажнением. Компенсация недостатка влаги, в частности, орошение, позволит значительно увеличить их агроклиматический потенциал.

Лесной потенциал. Географическое размещение лесов по территории России достаточно неравномерно и обусловлено как природно-климатическими условиями, так и особенностями социально-экономического развития страны. Лесные ресурсы, с позиции потенциального лесопользования, оцениваются по двум индикаторам – количественному (общий запас древесины на корню, который потенциально может быть использован в хозяйственных целях) и качественному (лесистость территории).

Астраханская область характеризуется низким значением как лесистости территории и запаса древесины, так и лесного потенциала в целом.

Наиболее высокий лесной потенциал, согласно расчетным данным, в Республиках Коми, Саха (Якутия), Забайкальском, Красноярском, Хабаровском краях, Архангельской, Иркутской, Томской, Тюменская областях,

Ханты-Мансийском АО. Территории с очень высоким потенциалом лесных ресурсов занимают 54,2 % территории России, а в Уральском федеральном округе высоким лесным потенциалом обладает более 90 % территории.

Минерально-сырьевой потенциал. Для оценки минерально-сырьевого потенциала регионов рассматриваются два индикатора: первый оценивает потенциальные запасы минерального сырья в границах региона, а второй – потенциальные запасы ресурсов минерального топлива.

Оценка потенциальные запасы ресурсов минерального топлива учитывает прежде всего наличие нефти, угля, природного газа и урана. По разведанным запасам нефти и газа Россия входит в число ведущих стран, разведанные нефтяные, нефтегазовые и нефтеконденсатные месторождения расположены в 37 субъектах Российской Федерации. Наибольшие запасы имеют месторождения Западной Сибири, Урало-Поволжья и Европейского Севера.

Результаты расчетов позволили выявить регионы РФ, имеющие очень высокий минерально-сырьевой потенциал: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО, Красноярский и Забайкальский края, Астраханская, Белгородская, Кемеровская, Магаданская, Мурманская, Оренбургская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская области; Республики Саха (Якутия), Башкортостан и Татарстан.

В целом, высокий уровень минерально-сырьевого потенциала имеет более 65 % территории России, а наиболее высоким минерально-сырьевым потенциалом обладает Уральский федеральный округ.

Земельный потенциал. Почвенно-земельные ресурсы являются естественной основой для сельского хозяйства, поэтому в их оценке необходимо исходить прежде всего с позиции сельскохозяйственного землепользования, не затрагивая вопросы, связанные со свойствами земли как пространственного базиса для размещения объектов и инфраструктуры. Поэтому для оценки земельного потенциала используются индикаторы, характеризующие земельные ресурсы с двух позиций: наличия продуктивных земель (площадь сельскохозяйственных угодий) и качества этих земель (интегральная оценка качества почв).

Для расчетов используются данные статистических сборников Росстата, ежегодных «Государственных (национальных) докладов о состоянии и использовании земель в Российской Федерации», карт и атласов, специализированных исследований, содержащий данные о площадях угодий, запаса гумуса в почвах, механического состава почв, устойчивости почвенного покрова и др. На основе полученного комплекса данных, оценивается земельный потенциал, то есть потенциальная возможность производства сельскохозяйственной продукции при заданных природных условиях.

Наиболее высокопродуктивные земли расположены в черноземных областях, Волжско-Донском междуречье, в равнинной части Северного

Кавказа и степном Зауралье. Отметим, что по данным земельного учета в Москве и Санкт-Петербурге отсутствуют сельскохозяйственные угодья отсутствуют

Наиболее высокий земельный потенциал, по расчетным данным, в Волгоградской, Ростовской, Саратовской, Новосибирской областях, Алтайском крае. В целом, регионы с очень высоким и высоким земельным потенциалом занимают 9,1 % территории России, а наибольший процент таких земель – в Южном федеральном округе.

Земельный потенциал Астраханской области в целом оценивается как низкий, что во многом обусловлено природно-климатическими условиями. Астраханская область лежит в зоне сухих степей, переходящих в полупустыню, и имеет малую устойчивость к внешним воздействиям, под влиянием которых ландшафты быстро деградируют. При уничтожении естественного растительного покрова почва подвергается дефляции и в итоге может превратиться в развеваемые пески. В этой зоне не допускается распашка земель без специальных почвозащитных мероприятий. В то же время, площадь преобразованных ландшафтов, и в том числе распашанных земель, составляет в Астраханской области 25 % от площади всей территории.

Биологический потенциал. Для оценки биологического потенциала регионов РФ анализировались доступные статистические данные, данные специализированных исследований и картографический материал. Основная сложность заключалась в отборе показателей: с одной стороны, они должны были в максимально полной степени охватывать всю флору и фауну рассматриваемого региона, с другой стороны, данные должны быть «сквозными» по всем регионам, то есть рассчитаны по одной методике и на основе однотипных данных для все регионов РФ.

Согласно расчетным данным, наиболее высокие значения биологического потенциала отмечены в следующих регионах: Брянская, Владимирская, Калужская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская области (ЦФО), Калининградская, Ленинградская, Новгородская, Псковская области (СЗФО), Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкарская Республики, Республика Северная Осетия – Алания (СКФО), Нижегородская область, Чувашская Республика (ПФО), Приморский край, Еврейская АО (ДФО).

Несмотря на значительное число регионов с высоким биологическим потенциалом, общая площадь территории, обладающей очень высоким и высоким потенциалом, составляет всего 10,2 % России, а больше всего таких территорий в Центральном и Приволжском федеральных округах.

Астраханская область в целом обладает средним биологическим потенциалом, но ее следует рассматривать как уникальную территорию, обладающую большим разнообразием ландшафтов, а также высоким уровнем биоразнообразия растительного и животного мира.

Водный потенциал. Величина водного потенциала территории России с позиции потенциального водопользования оценивается по показателям водообеспеченности территории региона ресурсами поверхностных и подземных вод (тыс.м³/год на км²). Данные для расчетов представлены в статистических сборниках Росстата, НИИ Природа, аналитических отчетах и прочих материалах.

По результатам расчетов, наиболее высоким водным потенциалом обладают Архангельская, Томская, Тюменская, Иркутская области, Красноярский, Камчатский и Хабаровский края, Республика Саха (Якутия), Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО.

Высоким и очень высоким водным потенциалом обладают 31,8 % территории России, в наибольшей степени ресурсами поверхностных и подземных вод обеспечены Дальневосточный и Уральский федеральные округа.

В Астраханской области значение водного потенциала оценивается как высокое, прежде всего, связано со значительным объемом ресурсов поверхностных вод (речного стока).

Величина и годовые колебания объема водных ресурсов в Астраханской области оказывают значительное влияние на значения потенциалов других ресурсов, и, прежде всего, биологического. Так, например, при периодических колебаниях суммы годовых осадков в переходной полосе на границе полупустынной и пустынной зоны во влажные годы развивается более пышный растительный покров и тем самым граница пустыни перемещается к югу. Наоборот, в более сухие годы растительный покров деградирует, обозначая тем самым наступление пустыни на север.

К еще более заметным результатам приводят колебания уровня Каспия, достигающие размаха в 3,5–4,0 м за столетие. При их трансгрессивной фазе в пределах дельты могут быть утрачены участки освоенных человеком земель, видоизменены местообитания животных и птиц, улучшены условия увлажнения на повышенных участках с более широким развитием луговой растительности. В период регрессии моря, наоборот, происходит расширение остепненных и опустыненных участков, резко сокращаются площади водно-болотных угодий, появляются участки открытых песчаных пляжей и островов с редкой пионерной растительностью.

В пределах Волго-Ахтубинской поймы изменения в уровне обводненности территории вызываются прежде всего колебаниями высоты ежегодного весеннего половодья. В годы низкой воды повышенные участки поймы остаются незалитыми, и дальнейшее развитие на них растительности происходит с явным преимуществом ксерофитных видов. Другим естественным процессом, вызывающим изменение обводненности пойменных земель, является смещение русла Волги и сопровождающих ее более мелких рукавов в западном направлении, в сторону подмываемого рекой правого берега. При этом восточная, левобережная полоса Волго-

Ахтубинской поймы получает все меньше волжских вод и постепенно охватывается процессами, которые характерны для пустынных ландшафтов, непосредственно соседствующих с волжской поймой. Здесь активно происходит аридизация местообитаний флоры и фауны и развиваются процессы общего опустынивания территории.

Также, существенные изменения пойменных ландшафтов рек Волга и Ахтуба связаны с влиянием каскада Волжских ГЭС и водохранилищ. Управление гидрологическим режимом реки Волга с помощью серии водохранилищ, в которых аккумулируются огромные объемы вод, привело к определенному уменьшению общего стока реки, проходящего через ее низовье. Это вызывает общее снижение обводненности пойменных ландшафтов и ухудшает условия обитания для ряда видов животных и растений, т. е. приводит к сокращению видового разнообразия биоты. В то же время, огромные водохранилища, существующие в среднем и верхнем течении реки, служат своего рода отстойниками для загрязняющих веществ, образующихся в бассейне реки, и в значительной мере не допускают эти загрязнения ниже по течению, защищая воды, ландшафты и биоресурсы. Вместе с тем, искусственное регулирование гидрологического режима Волги и Ахтубы, приводящее к уменьшению мощности водотоков, изменению режима половодья и уровня стояния воды на пойме, а также вызывающее неестественные по времени подъемы воды в результате попусков из водохранилищ, диктуемых нуждам энергетики, отразилось и на условиях существования рыбного населения. Значительно ухудшились условия нереста для проходных рыб, ранее поднимавшихся по Волге на значительное расстояние. Произошла утрата многих нерестилищ и зимовальных ям, имеющих важнейшее значение для нормального развития ценных пород рыб, а нарушение естественного гидрологического режима реки привело к известному сбою биоритмов и к ослаблению процессов воспроизводства рыбных стад.

Рекреационный потенциал. Рекреационные ресурсы объединяют в себя ресурсы (прежде всего природные), используемые и потенциально пригодные для использования человеком для удовлетворения потребностей в отдыхе (оздоровительный туризм) и в познавательном туризме.

Исходные данные для расчетов содержались в статистических сборниках и отчетах Росстата, Государственных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» и «Охрана окружающей среды», ведомственных аналитических отчетах и сборниках, атласах и картах.

По результатам проведенной оценки, наиболее высокий рекреационный (включая туристический) потенциал имеют города Москва и Санкт-Петербург; Краснодарский и Ставропольский края; Брянская, Ростовская и Иркутская и области, Республика Дагестан, Астраханская область. В целом, высоким рекреационным потенциалом обладает 15 % территории

России, а наибольшие значения он имеет в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах.

Климатические условия Астраханской области способствуют развитию активных форм отдыха и весьма благоприятны для лечения больных с заболеваниями почек, опорно-двигательной системы, некоторых заболеваний органов дыхания. Очень высокие летние температуры (с максимумами до +40 °С) обуславливают соответствующие требования к обустройству средств размещения рекреантов (кондиционирование), что особенно актуально и по причине повышенной фоновой запыленности воздуха.

Территории области богата акваториями пресноводных водоемов, часть из которых имеет транспортное и рекреационное значение. Ценность этих водных путей дополняется тем, что они являются финишным участком единой глубоководной системы европейской части России, а Астрахань десятилетиями была и по традиции остается конечным пунктом теплоходных маршрутов по Волге.

Уникальными объектами, представляющими особый интерес для экскурсионного показа, являются сообщества водной растительности в авандельте Волги и прежде всего куртины южного тростника с массивами зарослей знаменитого лотоса орехоносного (цветение – в июле).

На севере области весьма необычными природными памятниками являются рассольное озеро Баскунчак с соляными столбами и соляной купол Большое Богдо (152 м) с карстовыми формами (гроты, пещеры).

Наряду с экскурсионно-познавательными и оздоровительными факторами, Астраханская область выделяется наличием ресурсов для специальных видов туризма – спортивной охоты и рыболовства. Отсутствие экзотических объектов охоты с лихвой компенсируется многочисленностью популяций охотничье-промысловой фауны и ее доступность делают область весьма привлекательной для развития этих видов туризма.

В целом необходимо отметить, что развитие туристско-рекреационного комплекса Астраханской области, как показывает опыт других стран и регионов, требует активной деятельности по формированию соответствующего имиджа региона с использованием всего арсенала существующих рекламных средств, установлению разнообразных связей с крупными отечественными и зарубежными туроператорами, проведению маркетинговых исследований туристского рынка и специальных изысканий для повышения насыщенности территории области рекреационными объектами.

Литература

1. Лобковский, В. А. Методологические основы эколого-географического анализа динамики природопользования в регионах Российской Федерации / В. А. Лобковский // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 1. – С. 103–110, 131.

2. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и эффективное природопользование в системе «население – территория – ресурсы – экономика» / Б. И. Кочуров, В. А. Лобковский,

А. Я. Смирнов, Л. Г. Лобковская // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 5. – С. 42–50.

3. Кочуров, Б. И. Критерии и показатели эффективности природопользования как процессов региональной деятельности / Б. И. Кочуров, В. А. Лобковский, А. Я. Смирнов, Л. Г. Лобковская // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 1. – С. 36–43.

4. Лобковский, В. А. Оценка природно-ресурсного потенциала Российской Федерации с позиции регионального природопользования / В. А. Лобковский // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 6. – С. 64–75.

5. Лобковский, В. А. Оценка потенциала социума субъектов Российской Федерации с позиции регионального природопользования / В. А. Лобковский // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 1. – С. 221–234.

Управление водными ресурсами в условиях пониженной водобеспеченности

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЕЙ

А. П. Стоногина

Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)

Дельта Волги представлена многочисленными водотоками и водоемами, образующими сложную гидрографическую сеть. В западной части дельты распространены озера с замедленным водообменом (по имеющимся данным [2] около 800 водоемов общей площадью 77 тысяч гектаров), образующие специфический район под названием западные подстепные ильмени (ЗПИ). В административном отношении район ЗПИ входит в состав Астраханской области (Икрянинский, Лиманский и Наримановский районы) и Республики Калмыкия.

Водоемы занимают пониженные места между буграми Бэра (холмистые глинисто-песчаные образования). Ильмени имеют удлиненную форму и соединены последовательно узкими протоками. Они разнообразны по площади, меняющейся от половодья к межени. В период межени площадь ильменей составляет от нескольких сотен квадратных метров до десяти и более квадратных километров. Питание западных подстепных ильменей осуществляется волжскими водами. По режиму питания ильмени делятся на проточные и обособляющиеся. Проточные ильмени расположены в основном вдоль речного русла, а остальные – на севере и западе района, питание их происходит только в половодье, в межень они обособляются группами или порознь, вследствие пересыханий питающих их проток [4].

В последние десятилетия остро встает проблема водобеспеченности западных подстепных ильменей. Строительство Волжско-Камского каскада водохранилищ привело к снижению поступающего в период половодья объема воды, особенно в маловодные годы. В связи с этим в 1959 году была принята программа строительства 22 водных трактов с механической водоподачей и коллекторной сети (7 коллекторов) для отвода дренажно-сбросного стока в рукав Бахтемир. Часть из них была построена и функционирует по настоящее время, находясь в эксплуатации Лиманского и Правобережного филиалов ФГУ «Управление «Астраханмелиоводхоз».

По техническому состоянию оросительно-обводнительные системы относятся к инженерным системам, соответствующим высокому техническому уровню. Системы оснащены следующими элементами:

- головное (водозаборное) сооружение, предназначенное для забора воды из источника орошения и подачи ее в магистральный канал;
- магистральный канал и его ветви, транспортирующие воду к орошаемому массиву и распределяющие ее между межхозяйственными или непосредственно между хозяйственными распределителями;
- водохранилища;
- водовыпуски и др.

Вода из оросительно-обводнительных систем используется для орошения сельхозугодий, обводнения пастбищ, рыбоводства. Особую роль водные тракты играют в поддержании санитарной проточности ильменей. Помимо этого, ильмени являются источником водоснабжения населенных пунктов, что в период межени и, особенно, в маловодные годы становится затруднительным.

Длительные сроки эксплуатации привели к ухудшению технического состояния водохозяйственных объектов, износ которых составляет практически около 70 процентов (некоторые имеют 100-процентный износ), и не удовлетворяют нужд водопотребителей в должной мере.

В результате низкого уровня поступления вод в зону западных подстепных ильменей происходит заиление многих участков, зарастание их водной растительностью, вследствие чего снижается качество и количество подаваемой воды потребителям, что особенно остро проявляется в маловодные годы, такие как, например, 2006 год.

Водный режим западных подстепных ильменей формируется в условиях засушливого (аридного) климата. При замедленном водообмене и высоким испарении происходит аккумуляция солей, превращая ильмени в минеральные (соляные) озера, вода в которых становится непригодна для использования без дополнительной обработки. Это в большей степени относится к тем ильменям, которые обособляются в период межени (в основном эти ильмени расположены на северо-западе района западных подстепных ильменей).

Учитывая, что не все тракты были построены, а существующие изнашивались, проблема не только осталась нерешенной, но и усугубилась.

Для решения проблемы водообеспеченности западных подстепных ильменей дельты Волги разработана модель управления водным режимом западных подстепных ильменей. При разработке модели был использован модуль EXTRAN программного обеспечения Storm Water Management Model (SWMM), позволяющий моделировать водные потоки в открытых каналах и системах с использованием насосных станций, водовыпусков и т. д.

Основными уравнениями модуля EXTRAN являются дифференциальные уравнения плавноизменяющегося неустановившегося движения в

открытых руслах, по-другому известных как уравнения Сен-Венана, или уравнения мелкой воды.

Уравнение неразрывности имеет вид:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

где A – площадь поперечного сечения; Q – расход; x – расстояние от начала координат до данного сечения (расстояние вдоль русла); t – время.

Уравнение момента при использовании таких зависимых переменных как поток, расход и гидравлический напор имеет вид:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения; $H = z + h$ – гидравлический напор; z – приращение; h – глубина воды; S_f – уклон трения.

В модуле EXTRAN уравнение момента скомбинировано с уравнением неразрывности:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAS_f - 2V \frac{\partial A}{\partial x} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

где V – скорость потока.

Уклон трения определяется по формуле:

$$S_f = \frac{k}{gAR^{4/3}} Q|V|, \quad (4)$$

где $k = g(n/1,49)^2$ для единиц измерения США и $k = gn^2$ для метрических единиц измерения; n – коэффициент шероховатости (поправочный коэффициент Маннинга (*Manning*)); R – гидравлический радиус.

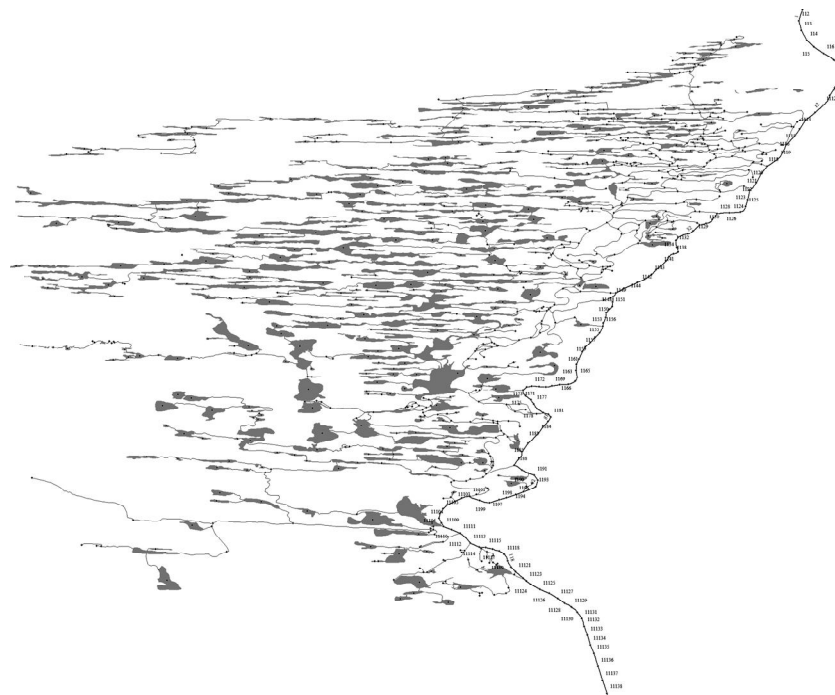


Рис. 1. Оцифрованные площади водоемов и длины водотоков района западных подступных ильменей

Ввиду отсутствия в полном объеме необходимых исходных данных для запуска модели, они были определены с помощью традиционных и современных методов. Таким образом, применив геоинформационные системы, были определены площади водоемов и длины водотоков, и получена цифровая основа для построения расчетной схемы модели (рис. 1).

Также с помощью данного инструмента были определены уклоны водной поверхности на рассматриваемой территории путем построения изолиний.

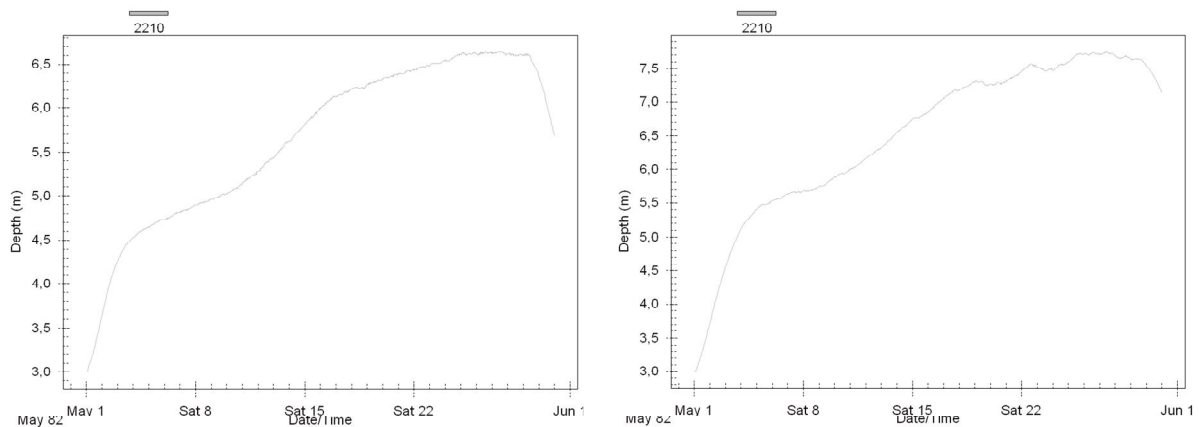
Расчетная схема модели представляет собой цепочку взаимосвязанных каналов (прямых) и озер (узлов). Каждый «узел» и «прямая» с присвоенным кодом и характерными параметрами занесены в базу данных. «Прямые» передают поток от «узла» к «узлу». Параметрами «прямых» являются шероховатость, длина, площадь поперечного сечения, гидравлический радиус и ширина по поверхности. Начальными условиями выступают Q и H в канале. Граничные условия: уровень Каспийского моря около 0. Искусственный. При заданных расходах речного стока, а также в зависимости от уклона рельефа, определяется динамика движения воды в системе.

В качестве специальных сооружений, позволяющих регулировать движение воды и функционирование самой системы, в модели заложены:

- насосные станции, работающие в трех режимах;
- водовыпуски, имитирующие потери воды из системы на испарение, фильтрацию и водозабор для удовлетворения нужд водопотребителей, и др.

Смысл режимов работы насосных станций в модели заключается в том, что в зависимости от уровня воды в приемном колодце они начинают работать с определенной производительностью. Так, при низком уровне воды насосные станции работают с максимальной мощностью. При достижении уровня воды требуемых отметок насосные станции отключаются, а вода поступает в систему по специальным коллекторам.

В настоящее время при заданных имитационных параметрах, приближенных к действительности, посредством модуля *EXTRAN* смоделированы движения речного потока в системе западных подступных ильменей и прослежены уровни воды в течение определенного промежутка времени в интересующих нас пунктах, что представлено на рис. 2 (в качестве примера взят элемент № 2210 Лиманской оросительно-обводнительной системы).



Вариант А

Вариант Б

Рис. 2. Глубина воды в элементе № 2210 (Шуралинское водохранилище) Лиманской оросительно-обводнительной системы, рассчитанная с помощью программы PCSWMM: вариант А – без подкачки насосной станцией; вариант Б – с подкачкой насосной станцией

Модель управления водным режимом западных подступных ильменей является инструментом, позволяющим в условиях ограниченности информации оперативно реагировать на какие-либо изменения в системе западных ильменей и принимать решения по улучшению или поддержанию благоприятной экологической обстановки.

Литература

1. Багров, М. Н. Оросительные системы и их эксплуатация / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. – М., 1971. – 208 с.
2. Сандрикова, А. А. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Астраханской области в 2007 году / А. А. Сандрикова, Ю. С. Чуйков. – Астрахань, 2008. – 248 с.
3. James, W. User's guide to SWMM / W. James, W. C. Huber, R. E. Dickinson. – Ontario, 2003. – 706 p.
4. Объект № 1960 «Полносистемное рыбоводное хозяйство «Малая Чада» Книга 3. Инженерные изыскания / Гидрорыбпроект. – Астрахань, 1982.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

*Г. Ф. Красножон, К. Ю. Шаталова
Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)*

Для описания неустановившегося движения потока жидкости обычно используется система уравнений Сен-Венана. В случаях сложной топологической структуры русловой сети с поймой и при большой амплитуде

колебаний уровней воды в период половодья возникает перекося векторов перемещения пойменного и русловых потоков, и необходимо использовать двухмерные модели и детальные цифровые модели затопляемого рельефа. К сожалению, часто детальной цифровой модели рельефа нет, так как ее создание требует наличия карт высокой точности с разрешением по вертикали порядка 10 см, что технически реализовать сложно.

Когда использовать плановые модели по каким-либо причинам затруднительно, прибегают к разработке сложных комбинированных моделей. В некоторых моделях допускается, что часть потока идет по руслу, а часть по пойме и сверху над затопленной частью русла. Затем, учитывая изменения продольных координат и параметров русла, пытаются получить новые характеристики всего потока, вводя различные коэффициенты (весовые и т. п.). В других случаях, рассматривают двухслойный поток: русловой (нижний слой) и пойменный (верхний слой) с учетом турбулентного трения между ними. В такой модели русловой поток описывается одномерной моделью, вместе с пойменной – двухмерной, но с осреднением основных параметров по глубине и обычным уравнением неразрывности. В результате расчета получают поля осредненных скоростей и отметки свободной поверхности воды.

Попытки сравнения расчетов неустановившегося движения воды в русловых системах с большими поймами полученных по одномерным и двумерным моделям предпринимаются давно, но, к сожалению, хорошие результаты достигаются редко. Большинство исследователей не делают радикальных предложений, за исключением общих замечаний, что рекомендуется использовать кинематическую структуру потока и гидравлические сопротивления наряду с турбулентностью потока. Остаются не выясненными вопросы, а можно ли с помощью одномерной модели получить близкие к истинным (например, полученным по двумерной модели как эталону) результаты, хотя бы по определению уровня воды. Какие при этом возможны ошибки и в каких случаях это возможно?

Мы считаем, что расчет неустановившихся течений в случаях сложных русловых систем с поймой для рек с достаточной сетью водомерных постов в большинстве случаев можно осуществлять с помощью одномерных гидравлических моделей. Но для их использования требуется создание в структуре модели дополнительной сети имитационных каналов и емкостей, которые бы компенсировали влияние выхода русловых потоков на пойму, изменение водного баланса на промежуточных створах и смещение гидрографов. Такой подход дает возможность добиться достаточно хорошего совпадения наблюдаемого и расчетного графиков изменения уровней воды.

Несмотря на обилие исследований, посвященных решению задач неустановившегося движения потока до настоящего времени нет проверенной

хорошо работающей модели, как для дельты Волги с ее несколькими сотнями рукавов, так и для Волго-Ахтубинской поймы ниже Волжской ГЭС.

Авторами была предложен свой вариант гидродинамической модели для Нижней Волги [1].

За компьютерную основу разработанной гидродинамической модели взята программа «SOBEK» Дельфтской гидравлической лаборатории [2]. В модели на основе численного решения уравнения движения, известного как уравнение Сен-Венана (УСВ), и уравнения неразрывности потока определяются неизвестные гидравлические характеристики в любом рукаве и створе потока по любым заданным входным расходам или уровням воды и морфометрическим характеристикам в различных створах исследуемого участка бассейна (площадь живого сечения, гидравлический радиус и гидравлические сопротивления по участкам, т. е. коэффициенты Шези).

В структуру модели были включены все основные рукава и протоки дельты и Волго-Ахтубинской поймы, действующие в период межени, ширина которых ориентировочно превышала 20 м и обеспечивала пропуск расхода больше определенной величины [1]. Гидрографическая расчетная схема модели создана на основе космоснимков бассейна Нижней Волги, топографических карт масштаба 1:100000 и лоцманских карт 1:25000 (1970 г., 1982 г., 2005 г.) с учетом всех характерных точек русел (перегибы, разветвления, острова и пр.).

В качестве верхних граничных условий задавались ежедневные расходы воды (сбросы) в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС, а для нижних (морской край дельты Волги) – задавался соответствующий уровень Каспийского моря.

Использование одномерных моделей для расчета половодий требует создания в ее структуре дополнительной сети фиктивных каналов и емкостей, которые бы компенсировали влияние выхода русловых потоков на пойму на изменение водного баланса и смещение гидрографов (рис. 1, 2).

Контроль адекватности построения сети виртуальных каналов и регулирующих емкостей на каналах авторами осуществлялся по имеющимся сведениям об условиях водообмена в пределах частей Волго-Ахтубинской поймы (включая р. Ахтубу) и дельты Волги [3, 4].

На выходе модель позволяет получить величины уровня воды, глубины, величины превышения воды над поверхностным уровнем бровки русла в узлах и расчетных точках, скорости течения и расходы во всех участках гидрографической сети.

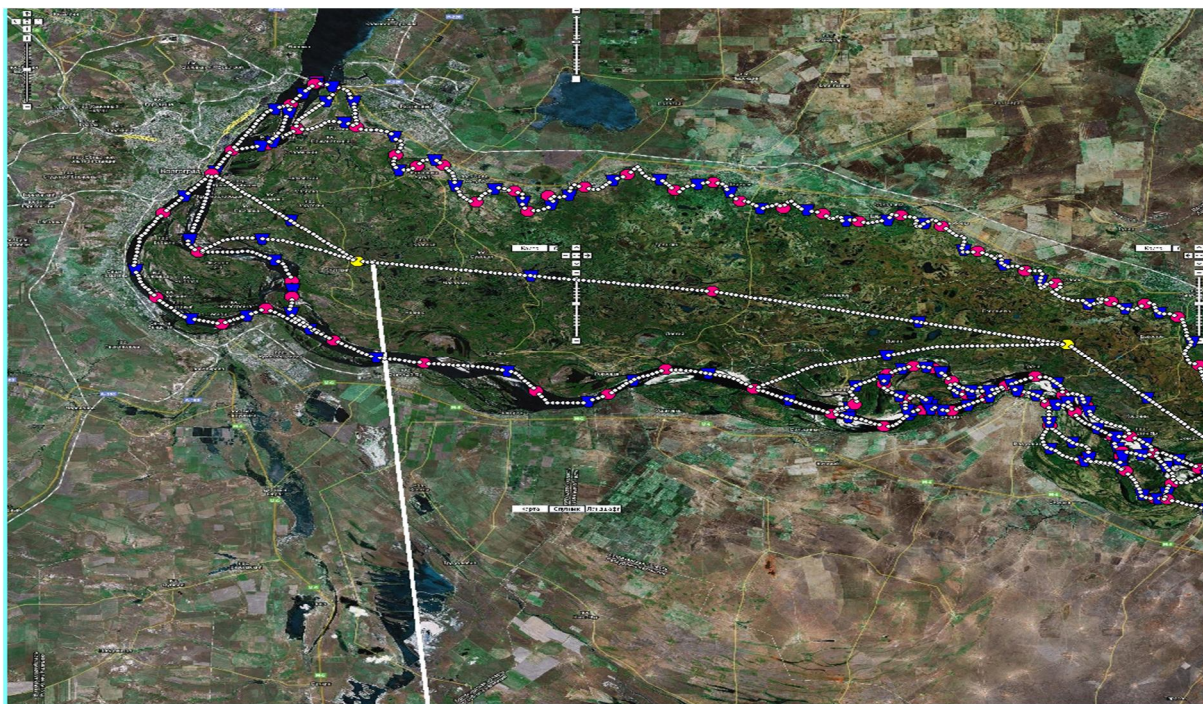


Рис. 1. Фрагмент схемы с виртуальными емкостями (узлы желтого цвета) и каналами в районе п.г.т. Светлый Яр

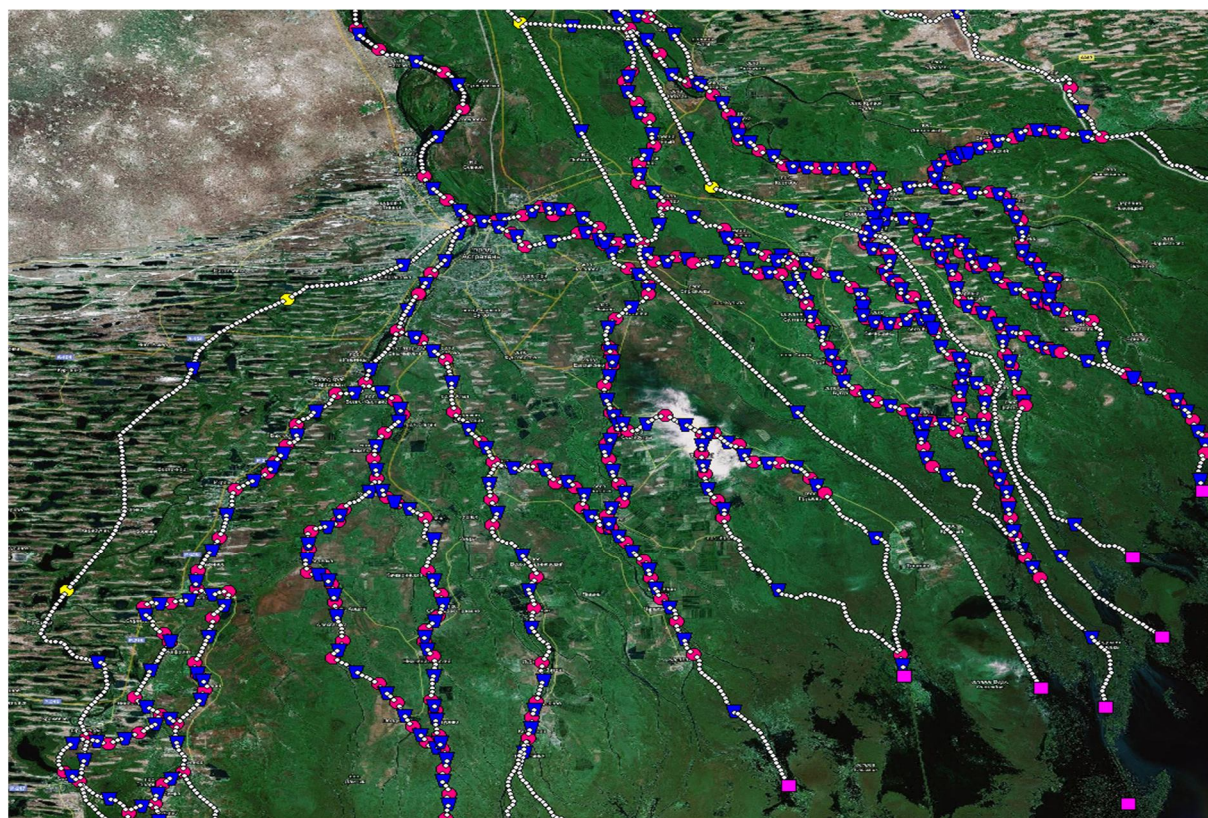


Рис. 2. Фрагмент схемы с виртуальными емкостями (узлы желтого цвета) и каналами в дельте Волги

Особенности проверки модели для периода половодья. Изменения формы гидрографа вызываются не только величиной стока, но и перераспределением его во времени и изменением величины потерь стока в пойме. Расчеты по одномерной модели без учета рельефа местности и особенностей затопления пойменных участков приводят к завышенным величинам уровня воды на пике половодья, что требует применения дополнительных приемов для достижения необходимой точности расчетов. Как уже указывалось выше, для учета влияния поймы на форму гидрографа в период половодья в структуру одномерной модели были введены дополнительные каналы и емкости, имитирующие отток воды на пойму и ее последующую отдачу.

Для выяснения объемов воды, которые задерживаются в Волго-Ахтубинской пойме, авторами было проведено сравнение рассчитанных по одномерной модели (без учета перелива воды за бровки русел) и наблюдаемых гидрографов стока на постах Светлый Яр, Верхнее Лебяжье за 1977 г. Из сравнения графиков колебаний уровней (рис. 3, 4) видно, что снижение максимальной ординаты волны половодья на участке поймы достигает 3 метров, а расходы уменьшаются примерно на 3000 м³/сек, но в период межени результаты вычислений на модели отличаются от наблюдаемых не более 15 см.

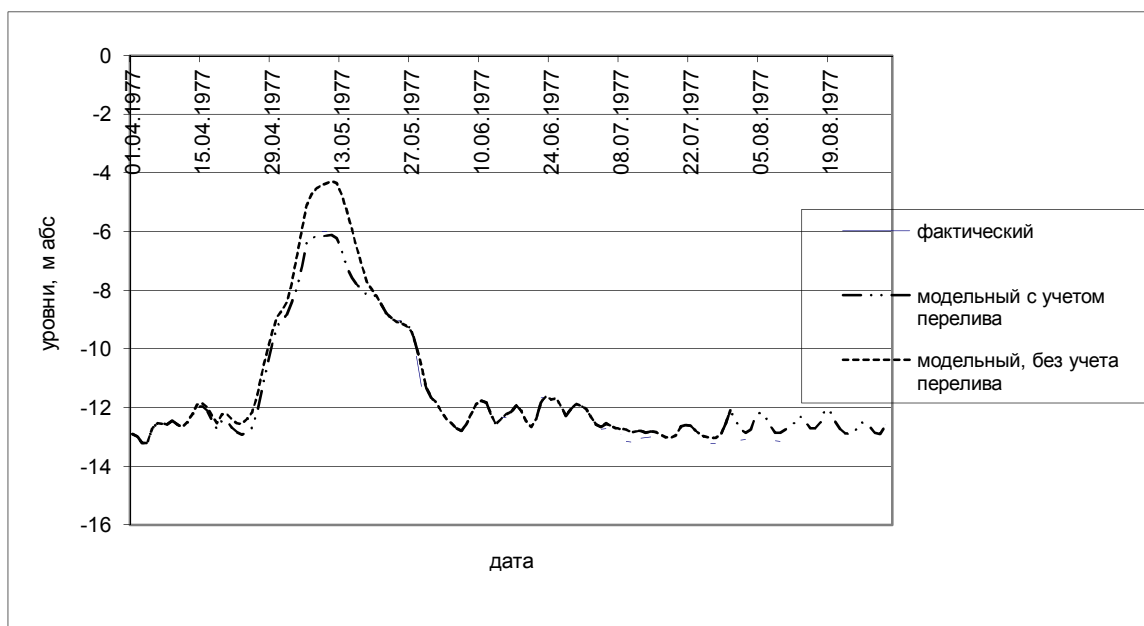


Рис. 3. Рассчитанный и наблюдаемый гидрографы у п.г.т. Светлый Яр, р. Волга за 1977 г. за период: 01.04.1977–30.11 1977 г.

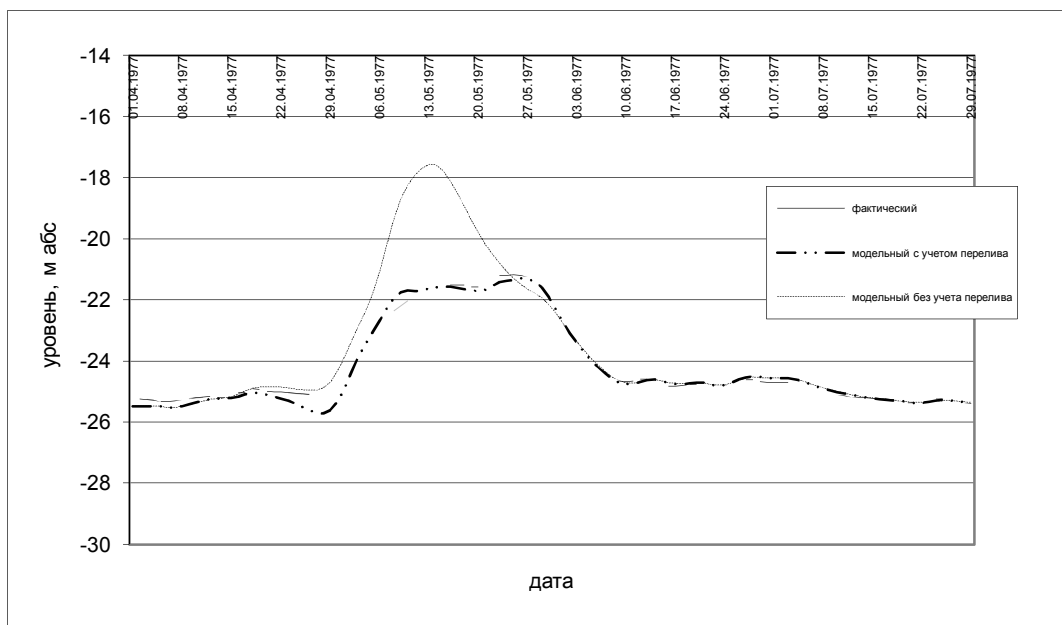


Рис. 4. Рассчитанный и наблюдаемый гидрографы у п.г.т. В. Лебяжье р. Волга за период: 01.04.1977–30.11 1977 г.

Графики колебания уровней на модели и в натуральных условиях совпадают только при заборе и отводе выявившейся части воды с расходом около $3500 \text{ м}^3/\text{сек}$. Именно это количество воды эквивалентно отражает трансформацию потока в этой части поймы и должно быть учтено в последующей схеме водного баланса для его возврата в русло Волги в районе нижнего течения.

При подборе каналов необходимо обратить внимание на то, что это может быть не один канал или емкость, а несколько. Иногда достаточно подобрать один или два канала с заданным забором воды ниже Волжской ГЭС. В нашем случае пробные расчеты (при первоначальной структуре модели) показали, что в п. Светлый Яр и Каменный Яр (рис. 3, 5) гидрографы стока удовлетворительно совпадают с наблюдаемыми, а ниже по течению в п. Черный Яр и дальше снова наблюдается расхождение. Это связано с тем, что в рассмотренном случае был задан одноразовый забор воды, который происходил только в одном месте. В действительности растекание воды по пойме осуществляется повсеместно, и, поэтому необходимо предусмотреть введение еще одного канала перед Черным Яром и подобрать его параметры. И так до тех пор, пока вся система имитационных каналов и емкостей не дает требуемого эффекта – приемлемого совпадения рассчитанных и наблюдаемых гидрографов. В этом случае вся вода имитационных каналов будет равна водной массе вышедшей на пойму на расчетном участке. И ее дальнейшая судьба решается после достижения наилучшего совпадения всех рассчитанных и наблюдаемых гидрографов для каждого участка (поста). Обычно большая ее часть должна быть возвращена в русловую сеть для восстановления наблюдаемого объема стока.

В нашем случае такая система каналов была построена верно, свидетельством чего служит совпадение расчетных и наблюдаемых расходов у в. п. В. Лебяжье (рис. 4). Аналогичным образом проверяются гидрографы по всем постам всех рукавов дельты Волги.

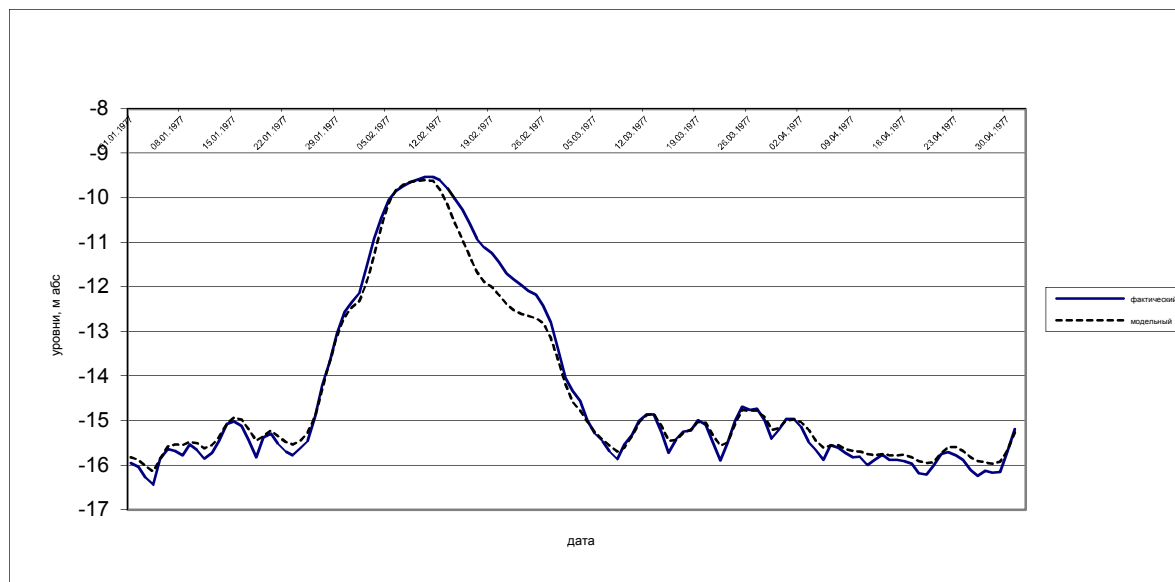


Рис. 5. Рассчитанный и наблюдаемый гидрографы у п.г.т. Каменный Яр р. Волга за период: 01.04.1977–30.11 1977 г

Несмотря на существующие сложности, опыт показал возможность использовать данную модель для прогностических вычислений уровней воды в бассейне Нижней Волги по заданным расходам воды в створе Волгоградской ГЭС, как для условий межени, так и половодья, что позволяет рекомендовать ее для практического применения.

Литература

1. Болгов, М. В. Компьютерное моделирование изменений уровня воды на Нижней Волге / М. В. Болгов, Г. Ф. Красножон, К. Ю. Шаталова // Природообустройство. – 2009. – № 4. – С. 68–72
2. Sobek-rural. Delft Hydraulics Software manual. – 2004. – 250 p.
3. Горяйнов, В. В. Волго-Ахтубинская пойма: особенности гидрографии и водного режима / В. В. Горяйнов, О. В. Филиппов, А. В. Плякин, Д. В. Золотарев. – Волгоград, 2004. – 112 с.
4. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря / отв. ред. В. Ф. Полонский, В. Н. Михайлов, С. В. Кирьянов. – М. : ГЕОС, 1998.

ВЛИЯНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ ПОЙМЕННЫХ НЕРЕСТИЛИЩ НИЖНЕЙ ЗОНЫ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ НА РАЗВИТИЕ МОЛОДИ РЫБ И ЕЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ

С. А. Подоляко, Ю. А. Благова, Л. А. Штепина
Астраханский государственный природный
биосферный заповедник, г. Астрахань (Россия)

Дельта Волги является богатейшим разнообразием биологических ресурсов. Важную долю в этом разнообразии занимают запасы промысловых полупроходных рыб: воблы *Rutilus caspicus* (Jakovlev, 1870), леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), сазана *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758).

Естественное воспроизводство этих видов происходит преимущественно на пойменных нерестилищах, расположенных в пойме и дельте Волги. Условия, благоприятствующие нормальному воспроизводству, находятся в сильной зависимости от гидрологического режима половодья [1]. Режим водоемов дельты характеризуется ярко выраженным весенне-летним половодьем и летне-осенней меженью. Строительство на Волге водохранилищ изменило гидрологический режим дельты, который в настоящее время почти полностью зависит от пусков Волгоградского гидроузла [2].

Режим половодья 2011 г. был крайне неблагоприятным для развития молоди рыб на пойменных нерестилищах. Подъем половодных уровней воды в 2011 г. начался 23–24 апреля, что на 20 дней позже оптимального срока. Максимальный уровень воды на пр. Быстрая у 3-го кордона наступил 21 мая и составил 289 см, продолжительность стояния пика половодья была всего 8 дней. Такой низкий уровень на пике половодья, какой был отмечен в 2011 году, зарегистрирован за последние 20 лет только в 1996, 2006 и 2009 годов. Спад половодья начался 29–31 мая. Общая продолжительность половодья составила 68 дней.

При прохождении половодья подтопление пониженных участков поймы началось в начале мая, через две недели после начала подъема уровня. С 17 мая начался процесс заполнения сухих ериков. В связи с этим, проходило более интенсивное поступление воды в пойму. Однако, за оставшиеся 3 дня до наступления пика половодья этот процесс не имел должного эффекта. 21 мая на пр. Быстрая наступил пик половодья с максимальным уровнем 289 см. Это говорит о том, что в 2011 году не было условий для заполнения поймы за счет перелива воды через бровки берегов (этот процесс происходит при уровне 305–325 см). Таким образом, половодье 2011 года было низким, малопродолжительным, а начиналось и заканчивалось низкими меженными уровнями.

В результате пойменные нерестилища Дамчикского участка были заполнены водой лишь частично (не произошло заливания полоев по правому берегу протока Быстрая) и на короткий срок – 18 дней (с 17 мая по

3 июня). Согласно среднемноголетним данным период существования полоев составляет 46,5 дней, что больше чем в 2 раза по сравнению 2011 г. 18–19 мая, со времени поступления воды на полои при температуре воды 20,1–21,2 °С, на полоях наблюдался нерест скопившихся к тому сроку у бровок прирусловых валов протока Быстрая особей леща, серебряный карася, воблы. Отшнурование и обсыхание полоев произошло рано и быстро, в результате резкого падения уровня воды в протоке Быстрая 2–4 июня.

В таблице 1 приведены результаты ловов молоди рыб на полонных нерестилищах, расположенных по обоим берегам протока Быстрая, и в русле этого протока. Ловы проводились еженедельно с помощью шестиметровой мальковой волокуши (тканки) по стандартному методу [3].

Первые личинки были обнаружены 25 мая. На полоях значительно преобладали личинки серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), который отличается от прочих видов высокой скоростью развития и линейного роста молоди. Малое количество серебряного карася в ловах 2 июня можно объяснить тем, что молодь успела подрасти и перейти на мальковую стадию развития, а мальки серебряного карася благодаря большой своей подвижности легко ускользают из створа волокуши при замете.

Как можно видеть из таблицы 1, на время обсыхания полоев молодь воблы, леща, красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) находилась на ранних личиночных стадиях, неспособных к выживанию в русле протока, но из-за падения уровня воды происходил пассивный скат личинок с поля в проток Быстрая.

Важно отметить и такой фактор как состояние кормовой базы в этот период на полоях. Основную ее долю составляет зоопланктон, массово развивающийся здесь, в силу достаточно благоприятных условий. Для нормального развития молоди рыб на полоях важное значение имеет последовательность всплеск развития массовых видов коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных, представляющих основной корм молоди размножающихся на полоях рыб. В июне-июле в зоопланктоне полоев происходит смена видового состава, наступает массовое развитие ветвистоусых ракообразных [2]. Динамика количества зоопланктона на полое характеризуется наличием весеннего пика, приходящегося между 10–30 днями существования полоя, за которым идет значительное снижение концентрации главных групп кормовых организмов. Во второй половине периода существования полоя, спустя 60 дней, наблюдается новое повышение концентрации зоопланктона. Сроки появления личинок воблы, леща и сазана совпадают с периодом массового развития коловраток на полое. Смена пищевых комплексов при переходе от одного этапа развития молоди к другому является одним из способов выхода из внутривидовой пищевой конкуренции между разными возрастными группами [4].

В силу того, что период существования половов был очень коротким, последовательной смены, а также массового развития основных групп зоопланктона в 2011 г. не было зарегистрировано. Это наряду с низкой обводненностью сказалось на процессе развития молоди рыб. Важно отметить, что и время заливания половов, также оказалось достаточно поздним для благоприятного развития кормовой базы и собственно молоди рыб. В предыдущие годы была отмечена строгая смена массового развития групп зоопланктеров, а также приуроченность видов рыб к комплексам видов зоопланктона.

Таблица 1

Результаты ловов молоди рыб на половах и в русле протока Быстрая в период половодья 2011 года

Дата лова	Место лова	Температура воды, °С	Вид молоди рыб	Стадия развития					
				B	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	E
25 мая	Полои пр. Быстрая в северной части Дамчикского участка	24,7	Серебряный карась	-	346	2	-	-	-
	Полои пр. Быстрая в южной части Дамчикского участка	24,7	Серебряный карась	51	612	-	-	-	-
			Вобла	6	9	-	-	-	-
	Русло пр. Быстрая	16,1	Серебряный карась	14	11	3	-	-	-
Вобла			20	-	12	1	-	-	
2 июня	Полои пр. Быстрая в северной части Дамчикского участка	Стационар обсох							
	Полои пр. Быстрая в южной части Дамчикского участка	27,8	Серебряный карась	-	2	4	10	-	4
			Лещ	-	2	-	-	-	-
			Вобла	-	2	4	-	-	-
			Красноперка	-	-	40	2	-	-
	Русло пр. Быстрая	18,5	Лещ	-	16	16	-	-	-
			Красноперка	32	32	-	-	-	-
Вобла			-	336	32	40	4	-	

По данным, полученным о состоянии зоопланктона на полях показатели численности и биомассы гораздо ниже в протоках нижней зоны дельты и несколько ниже в авандельте по сравнению с полями. Наиболее высокие значения этих параметров регистрировались в мае 2011 г. на полях Дамчикского участка Астраханского заповедника, что показывает достаточно высокую кормность полей для молоди рыб. Однако столь короткие сроки оказывают прямое влияние на состояние зоопланктона, в результате чего целые группы организмов не успевают достичь своего массового развития, которое происходит в более поздние сроки существования полей, это отряды Copepoda и Cladocera. Высоких значений биомассы и численности достигли в этот период лишь коловратки.

При повторении рыбохозяйственных попусков в графике 2011 года в течение нескольких лет среди рыб дельты Волги будет абсолютно преобладать серебряный карась, запасы промысловых полупроходных рыб (воблы, леща) ожидает значительное снижение по причине сокращения их нерестилищ и подрыва кормовой базы молоди.

Для нормального развития молоди промысловых полупроходных рыб на пойменных нерестилищах (воблы, леща, сазана) и тем самым поддержания их запасов на стабильном уровне необходимо правильное сочетание нескольких факторов: плавное повышение объемов сбросов воды в начале периода рыбохозяйственных попусков; соблюдение нерестовых температур к моменту заливания пойменных нерестилищ; поддержание «рыбохозяйственной полки» в течение периода, достаточного для полноценного формирования мальков (не менее 40 дней), плавного снижения объемов сбросов воды в конце периода попусков.

Литература

1. Коблицкая, А. Ф. Формирование популяций ценных промысловых и массовых малоценных рыб на местах нереста и нагула молоди в дельте и авандельте р. Волги при зарегулированном стоке / А. Ф. Коблицкая, Л. Е. Алентьева // Теория формирования численности промысл. рыб : тез. докл. – М., 1982. – С. 162–163.
2. Астраханский заповедник / Г. В. Русаков, А. Г. Конечный, А. А. Косова и др. – М. : Агропромиздат, 1991. – 191 с.
3. Коблицкая, А. Ф. Изучение нерестилищ пресноводных рыб (методическое пособие) / А. Ф. Коблицкая. – Астрахань, 1963. – 64 с.
4. Горбунов, К. В. Пищевые отношения молоди рыб на полове низовьев дельты Волги / К. В. Горбунов, А. А. Косова // Труды Астраханского государственного заповедника. Вып. V. – Астрахань, 1960. – 394 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА РФ

*В. Г. Пряжинская, Л. К. Левит-Гуревич
Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)*

Прикаспийский регион расположен в зоне засушливой степи, почвы которой подвержены водной и ветровой эрозии. В зоне полупустыни в низовьях Волги наряду с засолением почвы развиваются такие процессы, как выветривание и опустынивание. Комплексное водопользование в регионе отражает противоречивость отраслевых интересов как по объему потребностей, так и в разрезе внутригодовых интервалов времени. Промышленное производство использует водные ресурсы практически равномерно в течение года, орошение – летом, рыбное хозяйство – весной, гидроэнергетика наиболее активно – зимой, навигация – летом-осенью.

Следует отметить специфические водохозяйственные проблемы региона:

- неблагоприятное состояние систем питьевого водоснабжения во многих городах и населенных пунктах;
- низкая эффективность или отсутствие очистных сооружений на хозяйственных объектах;
- значительные ущербы от вредного воздействия вод, прежде всего от наводнений;
- недостаточная степень оснащенности водозаборных сооружений системами учета;
- несовершенство действующей системы нормирования качества водных ресурсов эксплуатируемых водных объектов;
- отсутствие эффективных экономических механизмов, стимулирующих государство и бизнес к активному внедрению прогрессивных технологий водопользования, а также систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, сокращению непроизводительных потерь воды;
- прогрессирующее разрушение берегов и нарастающее эвтрофирование водохранилищ;
- неудовлетворительное состояние системы мониторинга водных объектов.

Важнейшей особенностью программно-целевого подхода является выделение приоритетных направлений развития и очередности реализации мероприятий с учетом возможностей их финансирования на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Для Прикаспийского региона РФ (Астраханская область, республики Калмыкия и Дагестан) можно сформулировать комплекс мероприятий, осуществление которых особенно актуально в ближайшие 10–20 лет.

Стратегические мероприятия.

1. Увеличение полезных емкостей регулирования стока за счет:
 - строительства новых и/или наращивания мощностей существующих водохранилищ для удовлетворения перспективного роста потребностей в пресной воде;
 - перевода некоторых водохранилищ на многолетнее регулирование;
 - очистки функционирующих водохранилищ от наносов.
2. Увеличение запасов подземных вод путем посадок леса на водосборных площадях и/или в природоохранных зонах, проведение гидромелиорации и других мероприятий.
3. Организация совместного использования поверхностных и подземных вод.
4. Развитие мер по охране поверхностных вод от загрязнения, включая:
 - создание водоохраных зон;
 - совершенствование технологий водопользования и очистки сточных вод.
5. Предотвращение негативного воздействия вод.
6. Развитие гидротехнического строительства и техническая модернизация гидротехнических сооружений коммунального, рыбохозяйственного, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, в том числе:
 - строительство перегораживающих регулирующих и защитных сооружений на обвалованных площадях;
 - строительство или реконструкция водозаборных сооружений для коммунального, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения;
 - рыбохозяйственное строительство (рыборазводные заводы, пруды и пр.).
7. Внедрение современных методов управления в водной отрасли Прикаспийского региона, включая:
 - развитие научных исследований проблем водного хозяйства;
 - разработку Схем комплексного использования и охраны водных объектов с использованием аппарата систем поддержки водохозяйственных решений;
 - совершенствование системы управления водопользованием, нормативно-правового обеспечения водных отношений, налогообложения;
 - создание системы страхования рисков, связанных с водопользованием, охраной вод и защитой от их вредного воздействия, а также рынков купли-продажи квот на водоотведение.

Тактические мероприятия.

1. Совершенствование бассейновых соглашений по водопользованию и механизмов их реализации.

2. Формирование рынка разрешений на водопользование и водоотведение.

3. Решение проблем рыбного хозяйства при обмелении водохранилищ и заилении и зарастании их берегов.

4. Решение задач, связанных с определением режима наносов в дельтах рек, выявление мест углубления русел дельты или мест заиления и заносов, подготовка мероприятий по предотвращению последствия изменений гидрографии дельты;

5. Исследование целесообразности работы Волжского вододелителя и определение рациональных режимов его использования.

6. Поиск целесообразных мест установки низконапорных регулирующих поперечных сооружений на Волге, Ахтубе и Тереке в целях комплексного улучшения водного режима рек;

7. Мероприятия по ведению аварийного мониторинга качества воды в дельтах рек Волги и Терека.

8. Организация службы предупреждения нагонов со стороны Каспийского моря, включая прогноз развития нагона на побережье дельты и продвижение его вглубь дельтовых водотоков.

9. Создание систем поддержки водохозяйственных решений (СППР) по Нижней Волге, а также рекам Терек и Сулак, включая гидравлические расчеты и программы распространения загрязняющих веществ, проведение организационных мероприятий по созданию СППР и их нормативно-правовому обеспечению.

Создание СППР базируется на выделении разных групп задач: планирования и проектирования, мониторинга, моделирования и прогноза, эксплуатации и оперативного управления водохозяйственными объектами.

К задачам управления водным хозяйством, включая регламентацию работы водохозяйственных организаций (с позиций экономической целесообразности) и оперативное управление, относятся также: лицензирование водохозяйственной деятельности, обоснование величин гарантированной отдачи и гарантированного качества воды, обоснование объемов водозаборов и водоотведения и пр. Группа задач эксплуатации и оперативного управления включает обоснование режимов функционирования водохозяйственных систем (ВХС) на базе выбранных вариантов их перспективного развития и систем мониторинга. Используются как оптимизационные, так и имитационные математические модели функционирования ВХС и водных объектов. Можно выделить модели прогноза качества водных ресурсов, определения величин предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ и нагрузки на водные объекты, модели выбора режимов управле-

ния водохранилищами при пропуске половодий, паводков и в периоды низких вод и др. [1].

Обоснование параметров развития ВХС базируется на данных комплексного водохозяйственного и гидрологического мониторинга, результатах прогнозного моделирования, а также на сценариях экономического развития соответствующего региона. Среди обосновываемых параметров выделяются характеристики водопользователей, мероприятия по охране и восстановлению вод, защите от их вредного воздействия, а также технические параметры очистных и гидротехнических сооружений.

Региональные системы комплексного мониторинга являются основным источником информации о водных объектах и требуют создания специальных технических и программных средств, которые должны обладать высокой надежностью и высокой степенью защиты от несанкционированного доступа к информационным потокам. Подобная защита исключает возможность поступления потребителям ложной или искаженной информации об экологической обстановке.

Обоснование параметров водохозяйственных систем (характеристики водопользования и показатели регулирования стока реки водохранилищами при новом их строительстве либо расширении и реконструкции) базируется на многолетних гидрологических данных, топографии, прогнозах водопотребления и т.д. В большей степени эти задачи могут быть отнесены к бассейнам рек Терек и Сулак.

Группа задач управления водохранилищами (построение диспетчерских правил использования водных ресурсов, оптимальное управление режимом их работы в периоды половодий и паводков, а также в периоды межени) выходят за территориальные рамки Прикаспийского региона. Задачи используются для управления водохранилищами Волжско-Камского каскада, т.е. выше Прикаспийского региона Нижней Волги, перспективно их применение для задач бассейна реки Терек.

Задача рационального вододеления в дельтах рек эффективна в периоды низких меженных вод, в каждом из которых преобладают интересы определенной хозяйственной деятельности: рыбный нерест, орошение, навигация, наполнение привязанных к водотокам дельты водоемов (ильменей Нижней Волги и ее дельты, в частности, Западных подстепных ильменей, рыбохозяйственное значение которых сравнимо со всей остальной частью Волжской дельты). Выполняется оптимальное распределение потоков воды по водотокам дельты по отдельным периодам.

Системы поддержки принятия водохозяйственных решений, включающие перечисленные группы задач или часть из них, служат важнейшим инструментом исследований и анализа, без которого эффективное развитие водного хозяйства, обеспечивающего хозяйственные и социальные потребности Прикаспийского региона, невозможно.

Совершенствование системы управления водным хозяйством Прикаспийского региона целесообразно осуществить в три этапа.

1 этап. Создать в Астраханской области, а также в республиках Калмыкия и Дагестан правовую и организационно-экономическую инфраструктуру, адекватную современной экономической системе России. Прежде всего, усовершенствовать организационно-экономический механизм, разработать нормативно-правовую базу и стабилизировать ситуацию в водохозяйственном комплексе, в первую очередь, для водообеспечения населения и экономики.

Для решения этих задач необходимо:

- развитие законодательно-правовой и нормативной основы регламентации водопользования и землепользования;
- разработка природоохранных нормативов в соответствии с оценкой предельно допустимых антропогенных нагрузок на водные объекты;
- сертификация основных видов водопользования;
- развитие системы стандартов и нормативов на все основные виды водопользования и антропогенного воздействия.

2 этап. Провести мероприятия, обеспечивающие рационализацию водопользования в промышленности и коммунальном хозяйстве, сельском и рыбном хозяйстве, сокращение загрязнения водных объектов, снижение ущербов от наводнений и другого вредного воздействия вод.

Для решения задач второго этапа необходимо осуществить:

- переход к рыночным отношениям в водном хозяйстве;
- обеспечение условий для самофинансирования отрасли;
- создание конкурентной среды при водопользовании и водоотведении;
- внедрение системы водохозяйственного и экологического страхования;
- мероприятия по восстановлению и поддержанию биоразнообразия в водных объектах и их поймах;
- разработку механизмов охраны и восстановления малых водных объектов;
- создание системы экологического и водохозяйственного мониторинга водных объектов;
- разработку математических моделей рационального использования водных ресурсов и управления их качеством с адаптацией к конкретным объектам.

3 этап. Провести перспективные мероприятия, обеспечивающие эффективное комплексное использование водных ресурсов и их воспроизводство, восстановление водных объектов и их экосистем, предупреждение и ликвидацию вредного воздействия вод, совершенствование и развитие водохозяйственного комплекса.

Для решения задач третьего этапа необходимо осуществить:

- разработку Схем комплексного использования и охраны основных водных объектов;
- разработку планов действий на основе этих Схем;
- внедрение платы за водопользование на основе извлечения государством водной ренты;
- улучшение экологической обстановки в водных объектах и на прилегающих территориях.

Совершенствование управления водным хозяйством Прикаспийского региона может быть достигнуто за счет комплекса разноплановых мероприятий:

- создание методической и нормативной базы для определения удельных расходов воды в отраслевом и региональном разрезе на основе реализации достижений научно-технического прогресса в условиях инновационного развития экономики;
- формирование системы платности водопользования, стимулирующей рационализацию водопользования и экономию водных ресурсов с учетом остроты водохозяйственной ситуации;
- корректировка водного законодательства с усилением экономических аспектов рационализации водопользования и экономии воды.

Далее обсуждаются состояние экономики и водопользования хозяйственного комплекса Прикаспийского региона и конкретизируются предложения по совершенствованию управления водным хозяйством отдельных административных образований.

Республика Калмыкия. Преобладающая часть территории Калмыкии находится в полупустынной зоне. Поверхностных вод мало. Прилегающая часть побережья Каспийского моря – низкая, заболоченная. Земли сельскохозяйственных предприятий занимают более 6650 тыс. га, из них сельскохозяйственных угодий – 6100 тыс. га, в том числе пашни – около 900 тыс. га и около 4000 га суходольных пастбищ. В животноводстве преобладает овцеводство и разведение птицы, но поголовье овец и коз сокращается (например, с 1985 по 1995 гг. оно сократилось почти вдвое с 3280 до 1720 тыс. голов). Аналогичным образом, примерно на 30 %, сократилось поголовье птицы в сельскохозяйственных предприятиях. Производство продукции растениеводства в 2010 г. на 17 % превысило уровень 2004г., а производство продукции животноводства сохранилось практически на том же уровне. В целом, доля продукции сельского хозяйства республики в общероссийском объеме составляет 0,1 %.

Отраслевая структура промышленного производства (100 %) включает: машиностроение и металлообработка – менее 5 %, электроэнергетика – 45 %, топливная промышленность – 35 %, пищевая и мукомольная

промышленность – менее 10 %. Добыча нефти и газа составила около 0,5 млн тонн.

В Республике Калмыкия имеется 313 водных объектов разного типа, в т. ч. 144 водохранилища, 139 прудов, 11 защитных сооружений против паводков, 15 озер, имеющих хозяйственное значение, 4 накопителя сточных вод. Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются поверхностные воды. Это р. Волга (водозабор в пос. Цаган-Аман Юстинского района), Красинское водохранилище (пос. Южный Ики Бурульского района), 3 оросительно-обводнительных канала, из которых снабжаются 7 коммунальных и 10 ведомственных водопроводов (Октябрьский, Яшалтинский, Яшкульский районы).

Так, в 2008 г. на территории республики эксплуатировалось 60 источников централизованного водоснабжения, 61 водопровод и 140 децентрализованных источников водоснабжения. Централизованным питьевым водоснабжением обеспечено 66 % населения в городах Элиста, Городовиковск, Лагань и 11 районных центрах. До 76 % сельских жителей пользуются водой из шахтных колодцев, открытых водоемов и каналов. В 24 населенных пунктах питьевая вода доставляется специальным автомобильным и железнодорожным транспортом.

Из 44,02 млн м³ сточных вод, поступивших в водные объекты республики, 87,5 % относится к загрязненным сточным водам, сбрасываемым без очистки (сбросы рисоводческих хозяйств), около 12 % сбросных вод относится к нормативно очищенным.

Астраханская область. Площадь Астраханской области составляет 49,0 тыс. км². Число административных районов – 11, население – 1,0 млн чел. (плотность – 20,5 чел./км²). Треть населения проживает в сельской местности. Индекс физического объема промышленного производства в % к предыдущему году за 10 лет (с 1985 по 1995 гг.) сократился со 105 до 89 %. В отраслевой структуре преобладает топливная промышленность – около 56 %, пищевая и мукомольная более 10 %, машиностроение и металлообработка – 14 %. В 2008 г. в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения использовано 265 млн м³ воды, экономия свежей воды составила 69 %.

Земли сельскохозяйственных угодий занимают более 2850 тыс. га, в том числе пашни - около 350 тыс. га, которые на одну треть заняты под кормовые культуры. В животноводстве преобладает овцеводство, а также разведение крупного рогатого скота и птицы. поголовье овец и коз сокращается (например, с 1985 по 1995 гг. оно сократилось с 1300 до 860 тыс. голов). Аналогичным образом, примерно на 30 %, сократилось поголовье крупного рогатого скота в сельскохозяйственных предприятиях. Производство продукции растениеводства в 2010 г. на 18 % превысило уровень 2004 г., а производство продукции животноводства сохранилось практиче-

ски на том же уровне (прирост 3 %). В целом доля продукции сельского хозяйства области в общероссийском объеме составляет 0,6 %.

Обострение экологической ситуации на всей Нижней Волге и в ее устьевой области требует эффективного управления водными ресурсами. Поддержание гидроэкологической безопасности на уровне нормы может быть достигнуто через регулирование антропогенных воздействий на состояние речной и прибрежной экосистем и комплексное управление водными ресурсами. Устойчивое развитие Астраханской области, обеспечивающее сбалансированное решение социально-экономических задач, удовлетворение жизненных потребностей нынешнего и будущего поколения людей достижимо при условии сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала.

Особое место занимает Приморский комплекс Астраханской области. Площадь сельскохозяйственных угодий Приморского комплекса равна 481 тыс. га. Здесь находится основной массив орошаемых земель (68,2 тыс. га или 14,7 %). Сельскохозяйственное производство базируется на орошаемом земледелии (90 % посевов размещено на орошаемых землях). Основные его направления: рисоводство, бахчеводство, а также производство кормов и овощей. В условиях нестационарного режима уровня моря техническое состояние подводящих воду систем и орошаемых земель ухудшается. Необходима локальная защита оросительных систем от затопления и подтопления в контурах существующего обвалования.

На территории Приморского комплекса проживает 18,4 % населения Астраханской области, функционирует 20 % промышленного потенциала и 36 % сельскохозяйственного производства. С начала 90-х гг. происходит падение уровня жизни населения. Большинство населения пользуется водой низкого качества, вследствие загрязнения водных источников, неудовлетворительного состояния или отсутствия очистных сооружений водоподготовки и обеззараживающих установок – растет заболеваемость инфекционными болезнями.

Рыбное хозяйство – ведущая отрасль экономики Приморского комплекса. Оно определяет также и общероссийское значение Астраханской области, как поставщика ценных пород рыб и продукции их переработки. Развитие рыбного хозяйства Волго-Каспийского района в исключительной степени связано с уровнем Каспийского моря. При высоком положении зеркала водоема объем и площадь Каспия увеличиваются, особенно в его северной части. Происходит потеря полонных нерестилищ нижней зоны дельты, имеющих большое значение для размножения леща, сазана и туводных рыб (красноперки, сома, щуки и др.). Нерестовый фонд дельты Волги в пределах Астраханской области может сократиться на 115 тыс. га при уровне моря – 26,0 м БС.

В 2008 г. в водные объекты Астраханской области сброшено 378,06 млн м³ сточных вод, в том числе 19 % загрязненных сточных вод и

81 % – нормативно чистых. Динамика сброса загрязненных сточных вод области достаточно стабильна: 2004 г. – 70,9 млн м³, 2006г. – 73,2, а в 2008 г. – 73,0 млн м³.

Республика Дагестан. Площадь Республики Дагестан составляет 50,3 тыс. км². Население – 2,71 млн чел. (плотность – 53,9 чел./км²). 58 % населения проживает в сельской местности. Наиболее крупные города – Махачкала (465,9тыс. чел.), Хасавюрт (128,4 тыс. чел.), Дербент (110,7 тыс. чел.), Каспийск (83,4 тыс. чел.), Буйнакск (61,1 тыс. чел.).

Главные реки: Терек и Сулак. Морская вода по своему качеству в районах прибрежных городов Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент характеризуется как «загрязненная».

Одной из актуальных экологических проблем является обеспечение населения Дагестана качественной питьевой водой. Данная проблема связана: с антропогенным загрязнением источников водоснабжения, дефицитом питьевой воды, неэффективностью или отсутствием систем водоподготовки, низкой степенью санитарной надежности разводящих водопроводных сетей, а также с нерациональным расходом воды питьевого качества на промышленные и сельскохозяйственные нужды (например, Терско-Кумский артезианский бассейн). В подземных водах ряда артезианских скважин Северного Дагестана, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, обнаружены мышьяк, тяжелые металлы в концентрациях, превышающих в несколько раз предельно допустимые нормы.

В 2008 г. в водные объекты республики сброшено 963,66 млн м³ сточных вод, в том числе 74,98 млн м³ (8 %) загрязненных, из них 10,42 млн м³ – без очистки. Динамика сброса загрязненных сточных вод по годам составляет: 2004 г. – 78,6 млн м³, 2006 г. – 74,81 млн м³, 2008 г. – 75,00 млн м³.

В системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения использовано 20,47 млн м³ воды, экономия свежей воды составила 42 %.

Литература

1. Пряжинская, В. Г. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами / В. Г. Пряжинская, Д. М. Ярошевский, Л. К. Левит-Гуревич. – М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2002. – 496 с.

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ НИЖНЕЙ ВОЛГИ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОДЕЛЕНИЕ ПО ВОДОТОКАМ В ПЕРИОД МАЛОВОДЬЯ

Л. К. Левит-Гуревич

Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)

Нижняя Волга – уникальный по природным богатствам регион России, на территории которого сталкиваются интересы различных отраслей народного хозяйства, использующих водные ресурсы. Хозяйственное развитие региона требует эффективного управления водными ресурсами в увязке с природными условиями и работой Волжско-Камского каскада водохранилищ.

На территории Нижней Волги содержится 300 видов растений, около 30 видов животных и десятки видов птиц, но главное богатство - рыба. По обилию и концентрации ценных пород (60 видов рыб) дельте Волги нет равных в мире. Кроме рыбного хозяйства экономика Нижней Волги, связанная с водными ресурсами, имеет другие важные направления: питьевое и промышленное водоснабжение, орошение и обводнение, речной и морской транспорт, - все зависит от водности Волги, распределения ее стока по дельтовым водотокам. В городах и поселках сосредоточены объекты пищевой и легкой промышленности, машиностроения, металлообработки, химии и нефтехимии, являясь крупными водопотребителями. Судостроительно-судоремонтные заводы на берегах рек испытывают влияние русловых процессов. Топливная промышленность – одна из специализаций Астраханской обл., где расположено крупнейшее газоконденсатное месторождение и газовый комплекс. Все промышленные предприятия являются «поставщиками» сточных вод в водные объекты.

Водохозяйственных проблем Нижней Волги много, в общих своих формулировках это проблемы пропуска низкого половодья, Западных подступных ильменей [1], водного транспорта, пропуска высокого половодья, водоснабжения и орошения в сельском хозяйстве, подпора и нагонов со стороны Каспийского моря, контроля над водоотведением и сбросами сточных вод, развития водоохраных мероприятий, засоление почв, ледовые явления. Нельзя охватить все проблемы в одной работе, будут рассмотрены две из них.

Первая проблема – устройство перегораживающих сооружений на водотоках Нижней Волги и режимные принципы их работы. Проблема ставится и для Волго-Ахтубинской поймы, и для дельты, затрагивая также работу вододеливателя. С начала ввода в эксплуатацию в 1977 г. вододеливатель работал всего шесть раз, но по данным [2, 3] был экономический эффект его работы.

Другой проблемой является обоснование режима регулирования стока Волги с учетом интересов Нижней Волги. Эта проблема выходит за рамки Нижней Волги и заключается в достижении верных соответствий экономических и социальных выгод или ущербов для всего Поволжья при управлении работой Волжско-Камского каскада водохранилищ (ВКК).

Следует отметить, что обе проблемы становятся весьма значимыми в маловодные годы, но и в периоды высокого половодья работа сооружений и рациональный режим Волжско-Камского каскада имеют значение.

Важнейшим этапом анализа является единообразная установка оценок качества управления водными ресурсами по отдельным элементам и целостным частям речной системы. Учитывая неопределенность в методиках определения ущербов при отклонениях от рационального водного режима, и зачастую отсутствие данных для такого определения, оценки следует получать опосредствованно, основываясь на изменениях конкретных показателей, – уровней и расходов воды, - определяемых по наблюдениям либо из расчетов.

Управление водохранилищами регламентирует состояние водохранилищ по характерным уровням воды у плотины гидроузлов: нормальный подпорный уровень Z^{norm} , уровень мертвого объема Z^{dead} и форсированный уровень Z^{force} , - и характерным расходам воды верхней части водохранилища Q^{svr} . В низовьях реки и в дельте для каждого водотока, вообще говоря, известны определенные «эффективные» расходы $Q_{min}^{eff} \div Q_{max}^{eff}$ по периодам, связанные с «эффективными» уровнями $Z_{min}^{eff} \div Z_{max}^{eff}$ на водотоках, а также уровни в узлах водотоков. «Эффективные» уровни и расходы соответствуют наилучшим условиям эксплуатации системы водотоков и получены из соображений удовлетворения командных уровней и расходов, обеспечивающих водозабор и водоснабжение, экологические и навигационные условия. Для ильменей, водоемов, привязанных к водотокам, также известны «эффективные» уровни, и соответственно, объемы наполнения $V_{min}^{eff} \div V_{max}^{eff}$.

Оценки водного режима e, E на водохранилищах, водотоках, ильменах, участках реки удобно определять в виде отношений текущих уровней, наполнений или расходов к эффективным их значениям, $e, E = 1$ при соблюдении этих значений и $e, E < 1$ при их нарушении. Оценки отдельного элемента ВХС (водохранилища, водотока, водоема) на одном интервале времени по некоторым техническим условиям определяются как:

$$e_t = \frac{\min(Z, Z^{norm}) - Z^{dead}}{Z^{norm} - Z^{dead}} + \frac{Z^{force} - Z^{norm}}{\max(Z, Z^{force}) - Z^{norm}} - 1; \quad (1)$$

$$e_t = \frac{\min(Q, Q_{min}^{eff})}{Q_{min}^{eff}} + \frac{Q_{max}^{eff}}{\max(Q, Q_{max}^{eff})} - 1; \quad e_t = \frac{\min(V, V_{min}^{eff})}{V_{min}^{eff}} + \frac{V_{max}^{eff}}{\max(V, V_{max}^{eff})} - 1; \quad (2)$$

Относительные оценки качества управления привязаны к реальным показателям: уровням воды, объемам наполнения водоемов, расходам воды на отдельных участках реки. Оценки отслеживают условия водопользования, косвенно отражая ущербы, примем, что ущербы обратно пропорциональны оценкам. Использование относительных оценок позволяет уйти от поиска абсолютных ущербов (сумма которых должна минимизироваться), поскольку расчет ущербов является сложной в информационном плане задачей.

Система взвешенных оценок определяет шкалу водопользования для отдельных водных объектов и всей ВХС: $E = 1$ – обеспечены лучшие условия водопользования, $E < 1$ – условия водопользования в полной мере не выполнены. Относительные показатели не являются аддитивными, поэтому действия их обобщения проводятся с обратными величинами $y_{rt} = (1 - e_{rt}) / e_{rt}$, интерпретируемыми как «условные ущербы» для r -го объекта. Для всей ВХС $Y = (1 - E) / E$. Оценка для комплекса водных объектов с приоритетами $\sum_r p_r = 1$:

$$Y = (1 - E) / E = \sum_r Y_r = \sum_r p_r \times y_r = \sum_r p_r \times (1 - e_r) / e_r \quad (3)$$

Начнем с обоснования возможности и целесообразности устройства перегораживающих сооружений. Низовья многих крупных рек представляют собой разветвленные системы водотоков, заканчивающиеся дельтой. Устройства водохранилищ в низовьях рек невозможно по топографическим и иным причинам, при этом управление водными ресурсами заключается в рациональном распределении воды по водотокам низовий и дельт, поскольку водопотребление и водопользование привязано к водотокам. Инструментом распределения воды являются перегораживающие сооружения и насколько позволяют гидравлические условия, регулируемые водозаборные сооружения.

Примерами поперечных сооружений в низовьях рек являются Волжский вододелитель, плотина в голове дельты р. Нил, Тиховский вододелитель на реке Кубани, плотина на протоке Джилели в дельте р. Или при впадении ее в Балхаш. Напрашивается установка сооружений в дельтах рек: Меконг, Оранжевая, Красная, Колорадо. На территории Голландии с густой речной сетью, где сходятся устья Рейна, Мааса и Шельды образуя обширную общую судоходную дельту, по проекту «Дельта» все рукава были перегорожены дамбами. Последнее сооружение - дамба для защиты от нагонов в районе Роттердама закончена в 1997 г. и включает в себя огромные ворота на шарнирах, которые при штормовом нагоне перекрывают фарватер. Но если цель данного проекта – защита от наводнений и нагонов со стороны моря, то главная цель сооружений в дельте Волги – распределение воды по водотокам дельты.

Следует подчеркнуть, что в отличие от дельты Нила и дельты Кубани, где реки разбивается на две главные части (протоки), в голове которых

и установлены поперечные сооружения (другие рукава незначимы), дельта Волги обладает большой разветвленностью, включая Западную и Восточную части, водотоки, - Бузан, Бахтемир, Камызяк, Старая Волга, Болда, Сарбай, Кривая Болда, Кизань, Бахтемир, Каныч, Сомовка и более мелкие, - при 5-ти основных рукавах, 127 проток, 305 ериков, 16 банок, 28 каналов, - всего 482 водотока. Волжский вододелитель в голове дельты не может обеспечить в полной мере рациональное вододеление в дельте для поддержки заполнения Западных подступных ильменей, водоснабжения, обеспечения судоходства, и др. целей. Представляется, что в условиях маловодий в отсутствии перечных сооружений неоправданно большой объем воды теряется, сбрасываясь в море вхолостую.

Математическая модель и решение задачи оптимального выбора перегораживающих сооружений в дельте изложены в [4]. Однако программная реализация задачи в полном объеме неактуальна, поскольку должна решаться нечасто. Актуальным является выбор режима работы поперечных сооружений, т.е. рациональное водораспределение по водотокам дельты; на основе расчетов по этой задаче может быть найдены места и основные параметры поперечных сооружений алгоритмическим путем. В соответствии с режимом работы Волгоградского гидроузла сбросные расходы, поступающий в низовья реки и дельту, в принципе, постоянные по определенным временным периодам: в половодье это так называемые сельскохозяйственная и рыбная полки расходов, летне-осенняя межень состоит из нескольких полок постоянных расходов (рис. 1). Рациональное водораспределение выбирается для одного периода. При стационарности гидрологического режима поступающих в дельту расходов можно рассматривать установившуюся гидравлику на водотоках, а процессы потерь, водоснабжения, наполнения водоемов (ильменей) равномерными.

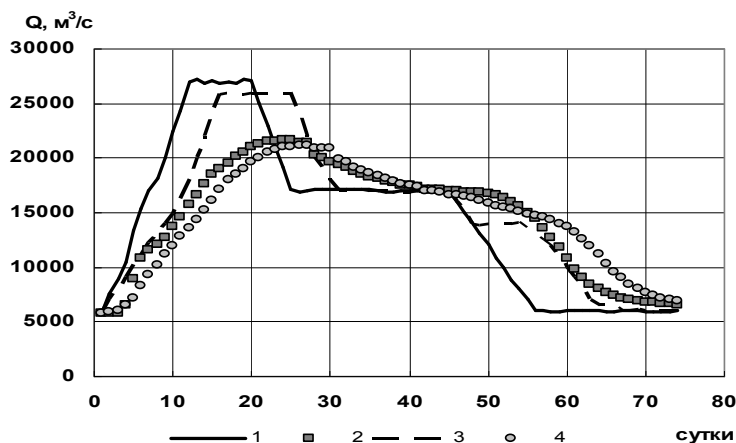


Рис. 1. Гидрографы среднесуточных расходов половодий:
1 - сброс 2008 г. Волгоградского гидроузла, 2 – наблюдаемый в вершине дельты Волги 2008 г., 3 - сбросы гидроузла в 2004 г., 4 - гидрограф в вершине дельты Волги 2004 г.

При формализации проблемы существенным условием является структура водотоков, представляющая собой на плане сеть с единственной точкой поступления воды (для Нижней Волги - Волгоградский гидроузел), и множеством вершин - разветвлений водотоков и впадений их в море. Дана сеть водотоков с одним входным узлом поступления воды и одним выходным узлом. При описании структуры дельты реки, имеющей много выходов водотоками к морю, можно использовать фиктивные водотоки, связывающие все концевые узлы дельты с одним выходным узлом сети, отождествляемым с морем. Даны параметры водотоков, начальные наполнения привязанных к ним водоемов, места перегораживающих сооружений, и их пропускные расходы, все другие гидравлические характеристики. Достаточно условиться, что перегораживающие гидротехнические сооружения установлены в начале или в конце определенных водотоков. Необходимо найти расходы всех водотоков в заданный период постоянного входного расхода (т.е. режим вододеления в сети водотоков), - все это должно обеспечить минимум суммы условных ущербов водопользования при удовлетворении технических требований и водохозяйственных условий. Результатами решения являются: расходы по участкам низовий реки и водотокам дельты, объемы наполнения водоемов, уровни на водотоках и уровни затопления пойм, расходы водоснабжения.

Пусть i – нумерация узлов речной сети (вершин графа), r - нумерация участков или водотоков (дуг), по участку r вода течет от узла i_r^o к узлу i_r^* , $r(i) = \{r: i_r^o = i\}$ – множество участков, выходящих из i -го узла, $R(i)$ - множество всех участков выше i -го узла, I_i^* , I_i^o – множество соседних к i -му узлу выше и ниже лежащих, i_o – корневой узел дерева речной сети; $\theta_r^o, \theta_r^* = 0/1$ - отметки отсутствия или наличия поперечного сооружения в начале и в конце водотока. Далее: Z_i, Z_r^o, Z_r^* - уровни воды в узле сети водотоков, в начале и в конце водотока; V_r^o, V_r^* - сумма объемов водоемов, привязанных к r -му водотоку в начале и в конце периода; Q_r^o, Q_r^* - расходы в начале и в конце r -го водотока. Уровни в начале и в конце водотока для разных расходов связаны гидравлическим соотношением $\varphi_r(Z_r^o, Z_r^*, Q_r^o, Q_r^*) = 0$ безотносительно к периодам в виде заранее рассчитанных таблиц, учитывая особенности водотоков. Гидравлика сооружений описывается соотношением $\psi_\theta(Z_\theta^{up}, Z_\theta^{low}, Q_\theta) = 0$ между уровнями верхнего и нижнего бьефов сооружения и пропускаемого расхода.

В продолжение периода из водоемов и водотоков должен производиться отбор воды среднесуточными расходами q_r^V и q_r^O технического и природного характера на водоснабжение, орошение, насыщение почв при затоплениях, испарение, - для Нижней Волги это важная статья водного баланса. Средние расходы отбора представимы как функции от средних

наполнений водоемов и средних расходов на водотоках, как и расход воды в водоемы из r -го водотока:

$$\begin{aligned} q_r^V &= \chi_V(V_r), \quad q_r^Q = \chi_Q(Q_r), \quad \Delta_r = \chi_\Delta(Q_r^o, Q_r^*) \leq \Delta_r^{\max} \\ V_r &= (V_r^o + V_r^*)/2, \quad Q_r = (Q_r^o + Q_r^*)/2 \end{aligned} \quad (4)$$

Не будем останавливаться на разборе достаточно простых функций $\chi_V, \chi_Q, \chi_\Delta$.

На каждом водотоке по условиям хозяйствования зафиксированы рациональные (эффективные) значения расхода Q_r^{eff} , а также объема воды V_r^{eff} , в водоемах, привязанных к водотоку, ниже максимальных $Q_r^{\text{eff}} \leq Q_r^{\max}$, $V_r^{\text{eff}} \leq V_r^{\max}$. От наполнений водоемов и расходов водотоков зависят хозяйственные показатели в продолжение периода и условные ущербы от несоответствия наполнений и расходов эффективным значениям. При решении можно варьировать расходами отбора воды из водотока и привязанных водоемов, откуда по $\chi_V, \chi_Q, \chi_\Delta$ и соотношениям (4) определяются расход поступления воды в водоемы Δ_r и объем V_r^* водоемов в конце периода (рис. 2). Условный ущерб в системе одного водотока и привязанных к нему водоемов определится:

$$y_r^{\min}(Q_r^o, Q_r^*, V_r^o, V_r^*) = \text{Min}_{q_r^Q, q_r^V} \langle y_r(Q_r^o, Q_r^*, V_r^o, V_r^*, q_r^Q, q_r^V) \rangle \quad (5)$$

В задаче ищется режим расходов водотоков и наполнения водоемов с минимумом суммы ущербов, где $\sum_r p_r = 1$, - веса разных водотоков:

$$Y = \sum_r p_r y_r^{\min}(Q_r^o, Q_r^*, V_r^o, V_r^*) \Rightarrow \min \quad (6)$$

Должны быть выполнены условия баланса расходов в узлах речной сети

$$Q_{\rho(i)}^* = \sum_{r \in R(i)} Q_r^o, \quad \forall i \quad (7)$$

баланса расходов по участкам реки и водотокам, Δt - число суток периода:

$$Q_r^o - Q_r^* = q_r^V + q_r^Q + (V_r^* - V_r^o)/(\gamma \times \Delta t), \quad \forall r; \quad \gamma = 86400; \quad (8)$$

гидравлических соотношений по водотокам:

$$\varphi_r(Z_r^o, Z_r^*, Q_r^o, Q_r^*) = 0 \quad \forall r \quad (9)$$

гидравлических связей уровней $\psi_\theta(Z_\theta^{\text{up}}, Z_\theta^{\text{ow}}, Q_\theta) = 0$ между бьефами сооружений, но так как в сети водотоков перепады уровня могут быть на водотоках и без сооружений, следует оперировать общим соотношением:

$$\psi_{i,r \in \rho(i)}(Z_i, Z_r^o, Q_r^o) = 0; \quad \psi_{i,r \in R(i)}(Z_i, Z_r^*, Q_r^*) = 0 \quad \forall i, r \quad (10)$$

Не предполагается полной детальности в описании ущербов, стоимости сооружений, гидравлических зависимостей, условий наполнения водоемов. Допущения и предпосылки по режиму вододеления позволяют решить задачу приемлемым методом (по сложности алгоритмов и трудоемкости реализации) и не влияют на результат решения задачи. Для расчетов

предполагается, что соотношения (5), (9)–(10) заранее подготовлены в виде таблиц.

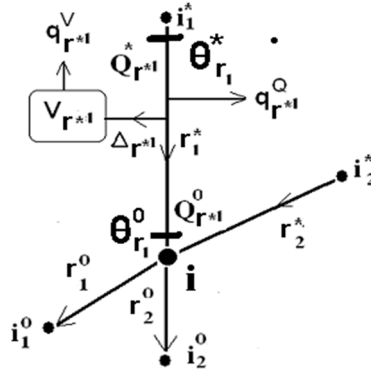


Рис. 2. Схема узлов водотоков инцидентных узлу i - пояснения в тексте

Для решения задачи принят метод динамического программирования [5], при котором выполняется дискретная оптимизация по шагам от одного узла сети водотоков к другому в порядке перечисления: от входного узла i^o до нижнего фиктивного узла i_o «море». Расчет начинается с заполнения списка последовательного перебора узлов $List(i^o, \dots, i, \dots, i_o)$ по алгоритму: в список заносится входной узел i^o , далее в список заносится любой узел i , у которого все узлы $i^* \in I_i^*$ уже есть в списке. На каждом шаге метода при переходе от рассмотренных узлов сети к следующему непосредственно нижележащему узлу варианты уровней и расходов на узле i согласуются с вариантами уровней и расходов вышележащих узлов $i^* \in I_i^*$ (на реальной речной сети может быть не более двух впадающих и вытекающих водотоков, см. рис. 2). При оценке вариантов используется рекуррентное уравнение Р. Беллмана, по которому из множества согласованных с Z_i, Q_i вариантов Z_{i^*}, Q_{i^*} остаются варианты с $\min Y_i(Z_i, Q_i)$. Варианты для непосредственно вышерасположенных узлов содержат также все вычисляемые по (5), (7)–(10) детали режимы водотоков между этими узлами – расходы, наполнения и др.

$$Y_i(Z_i, Q_i, \lambda_{r_1^*}^{left}, \lambda_{r_1^*}^{right}, \lambda_{r_1^o}^{left}, \lambda_{r_1^o}^{right}) = \min_{\substack{V_{r_1^*}^*, V_{r_2^*}^* \\ \lambda_{r_1^*}^{left}, \lambda_{r_1^*}^{right} \\ \lambda_{r_2^*}^{left}, \lambda_{r_2^*}^{right}}} \left\{ \begin{aligned} & \lambda_{r_1^*}^{left} \times Y_{i_1^*}(Z_{i_1^*}, Q_{i_1^*}, \lambda_{r_1^*}^{left}, \lambda_{r_1^*}^{right}, \lambda_{r_1^{**}}^{left}, \lambda_{r_1^{**}}^{right}) + \\ & + \lambda_{r_2^*}^{right} \times Y_{i_2^*}(Z_{i_2^*}, Q_{i_2^*}, \lambda_{r_2^*}^{left}, \lambda_{r_2^*}^{right}, \lambda_{r_2^{**}}^{left}, \lambda_{r_2^{**}}^{right}) + \\ & + p_{r_1^*}^* y_{r_1^*}^{\min}(Q_{r_1^*}^o, Q_{r_1^*}^*, V_{r_1^*}^o, V_{r_1^*}^*) + p_{r_2^*}^* y_{r_2^*}^{\min}(Q_{r_2^*}^o, Q_{r_2^*}^*, V_{r_2^*}^o, V_{r_2^*}^*) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где $Q_i = Q_{r_2^o}^o + Q_{r_1^o}^o$, $Q_i = Q_{r_1^o}^* + Q_{r_2^o}^*$, $\lambda_{r_1^*}^{left} + \lambda_{r_2^*}^{right} = 1$, $\lambda_{r_1^o}^{right} = \lambda_{r_1^*}^{right}$, $\lambda_{r_2^o}^{left} = \lambda_{r_2^*}^{left}$, $\lambda_{r_1^o}^{left} = \frac{Q_{r_1^o}^*}{Q_i}$,

$$\lambda_{r_2^o}^{right} = \frac{Q_{r_2^o}^*}{Q_i}.$$

Преобладающее число приложений динамического программирования относятся к задачам, где дуги-водотоки и узлы располагаются по ли-

нейной цепочке или в виде графа-дерева. В отличие от этого применение метода динамического программирования для сети рассматривается в модификации, отличающейся тремя моментами. Первое: при переборе узлов и согласовании вариантов на участках водотоков, входящих в некоторые кольца водотоков, дополнительно учитываются характеристики λ головных узлов i^c этих колец. При планарной структуре сети водотоков каждый узел может находиться не более, чем в 4-х кольцах: два боковых - левое и правое, также верхнее и нижнее кольца. Каждое кольцо дуг водотоков имеет свой головной и замыкающий узел-«слив» i_c . Характеристики λ как отношения расходов в (11) варьируется лишь на узлах i^c и фиксируются в описании вариантов последующих узлов. По этим λ при выборе оптимальных вариантов в узле i_c каждого кольца водотоков как сочетаний вариантов двух ветвей, подходящих к узлу, проводится проверка соответствия вариантов ветвей водотоков порождающим их вариантам распределения расходов в головном узле кольца i^c . Это вторая особенность динамического программирования на сети. Третьей особенностью модификации метода для сети является передача на каждом шаге от предыдущего узла i^* узлу i не всей оценки Y_{i^*} , а части ее в соответствии с разделением суммарного расхода Q_{i^*} по расходам водотоков, выходящих из i^* .

При табличных вычислениях (таблицы запоминаются в памяти компьютера) для связи значений Z_i, Q_i вариантов таблицы данного узла и значений Z_{i^*}, Q_{i^*} из вариантов таблиц предыдущих узлов используются номера клеток предыдущих таблиц, - ссылочные номера $\bar{k}_i = \{k_{i^* \rightarrow i}^Z, k_{i^* \rightarrow i}^Q, i^* \in I_i^*\}$. Для конечного узла i_o в результате шагов метода вычисляется функция оценок Y_{i_o} , выбирается лучшая оценка $\min Y_{i_o}$ и далее в обратном порядке таблиц (обратный ход оптимизации) отбираются значения переменных оптимального варианта режима вододеления по всем узлам и водотокам, используя ссылочные номера.

Далее рассмотрим проблему обоснования режима регулирования стока Волги с учетом интересов Нижней Волги. Даже при возможном развитии Волжско-Камского каскада водохранилищ (доведение Чебоксарского, Ниже-Камского водохранилищ до проектных параметров и пр.) проблема сохранится, поскольку эти изменения снимут собственные многочисленные проблемы ВКК и отразятся на водообеспечении Нижней Волги частично. Использование же относительных оценок качества режима и условного ущерба применительно к водохранилищами позволяет организовать процесс выбора совместного режима пропуска низкого половодья на Нижней Волге и режима работы ВКК.

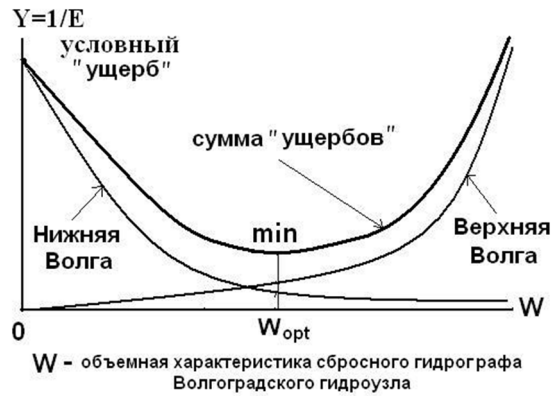


Рис. 3. Иллюстративная схема принятия решений по выбору лучшего приемлемого режима управления водными ресурсами ВКК и Нижней Волги

На рис. 3 показан объем сброса W из Волгоградского гидроузла, хотя гидрограф сбросного расхода описывается совокупностью параметров. Пусть при сбросном гидрографе W оценка режима ВКК, отражая качество управления, составляет E_{Up} , оценка режима Нижней Волги E_{Low} . По всей реке «условные ущербы» $Y_V = p_{Up}Y_{Up} + p_{Low}Y_{Low}$, где $Y_V = p_{Up}Y_{Up} + p_{Low}Y_{Low}$ - экспертные коэффициенты важности частей реки. Управление Волгой ведет экспертная межведомственная оперативная группа (МОГ), за основу принимаемых решений берется средне- и долгосрочный прогнозы притока к створам гидроузлов. Обоснованию режима регулирования стока ВКК с учетом интересов Нижней Волги при заданном прогнозе притока к водохранилищам соответствует следующая формальная процедура. Для заданного прогноза строятся сбросные гидрографы Волгоградского водохранилища, определяются оценки качества регулирования стока Верхней Волги E_{Up} и условные ущербы Y_{Up} . По этим гидрографам осуществляются расчеты рационального использования водных ресурсов Нижней Волги при начальных наполнениях ильменей, вычисляются оценки качества управления E_{Low} и условные ущербы Y_{Low} . Таким образом, оценки E_V и Y_V всей Волги есть функции от гидрографа Волгоградского гидроузла. Определяются параметры, соответствующие $\min Y_V$.

На этапе «грубого» поиска определяется диапазон объемов попуска на Нижнюю Волгу в периоды полнок сбросного гидрографа по диапазону объемов долгосрочного прогноза притока при начальном состоянии водохранилищ. Условия регулирования стока ВКК не позволяют сильно варьировать сбросной гидрограф Волгоградского г/у, но возможны вариации сроков и объемов сельскохозяйственной и рыбной полнок, что соответствует этапу «тонкого» поиска. Методика выбора совместного решения для Волжского каскада и Нижней Волги требует детализации. Управление водохранилищами ВКК и в настоящее время проводится, сообразуясь с интересами Нижней Волги, формализация процесса поможет поиску решений в

сложных случаях, повысит доказательность выбора, позволит избежать конфликтов.

Литература

1. Сокольский, А. Ф. Эколого-биологические основы рационального природопользования в западных подстепных ильменах дельты Волги / А. Ф. Сокольский, В. Н. Пилипенко, Е. А. Сокольская. – Астрахань : КаспНИРХ, 2005. – 126 с.
2. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2004 год / ред. М. И. Карпюк и др. – Астрахань : Из-во КаспНИИРХ, 2005. – 615 с.
3. Воропаев, Г. В. Пути повышения эффективности комплексного использования природных ресурсов низовьев Волги / Г. В. Воропаев, Т. Н. Иванова // Водные ресурсы. – 1985. – № 5. – С. 3–10.
4. Левит-Гуревич, Л. К. Метод динамического программирования для выбора рационального водораспределения в дельте реки / Л. К. Левит-Гуревич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара : Из-во Самарского научного центра, 2010. – Т. 12 (33), № 1 (4). – С. 950–956.
5. Беллман, Р. Динамическое программирование : пер.с англ. / Р. Беллман. – М. : ИЛ, 1960. – 456 с.

ПРОЕКТНЫЕ РАСЧЕТЫ И СОВРЕМЕННАЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОБСТАНОВКА НА ВОЛГОГРАДСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В. В. Заленухин, Е. А. Сеимова

*Волгоградский государственный университет,
г. Волгоград (Россия)*

Одной из задач при создании водохранилищ на территории Советского Союза было улучшение природных условий прилегающих территорий и вовлечение в хозяйственное использование непродуктивных земель путем аккумуляции на них водных ресурсов при одновременном повышении биологической продуктивности в целях рыболовства и рыбоводства. Главная цель создания гидроэлектростанций и сопутствующих им водохранилищ – энергетическое обеспечение народного хозяйства – была выполнена. Однако экологические и социальные последствия гидростроительства ждут разносторонней оценки.

На создание водохранилищ, особенно в южных регионах страны, возлагались большие надежды по интенсивному развитию рыбохозяйственной отрасли – предполагалось, что образование крупных водоемов даст толчок к формированию управляемого рыбного хозяйства в них и значительному повышению рыбопродуктивности. С известной долей эйфории прогнозировалось, что биологические ресурсы водохранилищ существенно повысят промысловые резервы страны. Действительно, с 1950 по 1980 гг. площадь таких водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение,

в СССР возросла с 1,9 млн га до 7,1 млн га, а уловы увеличились более чем в 7 раз – с 8 до 59,4 тыс. тонн [5, с. 267]. Однако подавляющее большинство рукотворных водоемов оказалось малопродуктивным, а в результате смены ихтиокомплекса с речного на озерный тип в огромных по объему водных объектах поселились малоценные жилые формы. Современный вылов в водохранилищах далеко не восполняет потерь рыбопродукции, которые стали реальностью в результате возведения плотин и зарегулирования стока. Это отрицательно сказалось на естественном размножении проходных и полупроходных рыб: при строительстве гидротехнических сооружений на реках перекрываются пути их нерестовых миграций, изменяется гидрологический и гидробиологический режим нерестилищ. Масштабы искусственного воспроизводства и выпуска молоди ценных видов в водохранилища также далеки от реальной потребности, рассчитанной научными подразделениями ГосНИОРХа.

Эколого-экономический ущерб от создания водохранилищ не был подсчитан ни в период большого гидротехнического строительства в силу отсутствия экономических оценок природных ресурсов, ни до настоящего времени. Имеются лишь единичные данные [4, с. 435], без упоминания источников и варианта расчетов, свидетельствующие, что ежегодный ущерб рыбному хозяйству только волжских водохранилищ оценивается величиной в 4–6 млрд долларов.

На примере Волгоградского водохранилища можно проследить разницу между проектными прогнозами рыбохозяйственного освоения водоема и реальным состоянием промысла. Водоохранилище было создано в 1958–1960 гг. в результате строительства гидроузла Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС для получения электроэнергии, развития судоходства и рыбного хозяйства. В соответствии с проектом в зону затопления водохранилища, помимо земельных угодий, входило коренное русло Волги с ее ериками, протоками, старицами, пойменными озерами и другими водоемами общей площадью около 82 тыс. га, или почти 30 % общей площади водохранилища. Эти водоемы до затопления давали свыше 90 % рыбы от среднегодового улова ее по Саратовской и Волгоградской областям [1].

Общий улов рыбы по этим двум областям составлял в довоенном 1940 г. 54 тыс. ц, из которых на долю Волгоградской области приходилось свыше 65 %. В послевоенные годы уловы рыбы возросли и составляли в среднем за 1946–1950 гг. 66 тыс. ц. Однако, начиная с 1950 г., уловы рыбы в местных водоемах начали падать – первоначально это объясняли сильным загрязнением Волги сточными водами промышленных предприятий (Саратовский нефтеперегонный завод и др.). Одновременно с сокращением промысловых уловов туводных рыб качественно менялась ихтиофауна местных водоемов. В условиях неблагоприятного гидрохимического режима, сложившегося на зарегулированной Волге, выживали в основном мелкие и сорные виды рыб (окунь, ерш, густера и др.). В составе промыс-

ловых уловов в этот период проходные рыбы (осетровые, сельдевые, лососевые и миноги) занимали 7 %, крупный частик – 30 % и мелкий частик – 63 %.

Проектом рыбохозяйственного освоения водохранилища за исходную цифру вылова в зоне затопления водохранилища было принято 22 тыс. ц рыбы в год. Стоимость такого улова по приемно-заготовительным ценам определялась суммой около 1 млн руб. (в ценах 1950-х гг.). При прогнозируемой промысловой рыбопродуктивности водохранилища в 55 кг/га (как оказалось, цифра совершенно нереальная) будущий вылов рыбы определялся в 173 тыс. ц, или в 8 раз больше, чем добывалось ранее на этом участке Волги. Положительным фактором для развития рыбного хозяйства в водохранилище считался регулируемый уровень режим. Наличие в составе затопленной площади 30 % земельных угодий, ранее использовавшихся в сельском хозяйстве, должно было оказать благоприятное влияние на продуктивность водохранилища [1].

Для обеспечения принятой рыбопродуктивности водохранилища и расчетного ежегодного промыслового улова предусматривались изменения в ихтиофауне затопленного участка Волги с увеличением стада ценных промысловых рыб – осетровых и крупного частика. Уловы их намечалось довести до 67 % общего вылова рыбы в водохранилище, а численность мелкого частика и малоценных рыб соответственно снизить. Формирование такого состава ихтиофауны и запасов промысловых рыб на проектируемом уровне требовало проведения соответствующего комплекса рыбо-водно-мелиоративных мероприятий. Еще задолго до заполнения чаши водохранилища рыболовецкие колхозы в зоне затопления проводили большие работы по уничтожению малоценных и сорных рыб путем увеличения их вылова. Вместе с тем в период с 1952 г. по 1957 г. рыболовецкие колхозы выпустили в зону затопления водохранилища около 11 млн разновозрастной молоди ценных видов, в том 6,2 млн шт. сеголетков сазана [3]. Для создания промысловых стад сазана и осетровых рыб такие мероприятия считались недостаточными, поэтому проектом предусматривалось искусственное разведение и ежегодный выпуск в водохранилище сеголетков в количествах, обеспечивающих промысловый улов сазана до 20,8 тыс. ц и осетровых до 4,2 тыс. ц в год.

В этих целях планировалось создание Николаевского нерестово-выростного хозяйства интенсивного типа (ныне – Николаевская рыбоводно-мелиоративная станция), где на площади 622 га выращивалась бы молодь сазана с ежегодным выпуском на нагул в водохранилище 10,2 млн сеголетков. В состав этого хозяйства должно было войти также 72 га прудов для выращивания осетровых рыб. Николаевская РМС, введенная в эксплуатацию в 1967 г., не достигла проектного уровня до настоящего времени, и на ее полноценную реконструкцию все меньше надежд.

Научно-исследовательскими институтами рыбного хозяйства было рекомендовано ввести в состав ихтиофауны водохранилища новые виды

рыб, использующих достаточно богатую естественную кормовую базу – фито- и зоопланктон, крупных моллюсков [6]. Такими рыбами являются белый и черный амуры, белый и пестрый толстолобики, обитающие в бассейне Амура. Сеголетков белого амура предполагалось завезти в количестве 10 тыс. штук, толстолобика в количестве 20 тыс. штук. По сегодняшним представлениям эти цифры выглядят смешными, поскольку по расчетам научно-исследовательских организаций приемная емкость водохранилища составляет примерно 7 млн сеголетков. К 1970-м гг. на Николаевской РМС было создано и эксплуатируется до сих пор собственное маточное стадо растительноядных рыб (белого амура, белого и пестрого толстолобиков), что позволило расширить спектр выпускаемых в водохранилище видов. В общей сложности сумма затрат по рыбохозяйственному освоению водохранилища составила 15,5 млн рублей (в ценах 1950-х гг.) при ежегодных издержках 3,6 млн руб. [1].

В последние два десятилетия тенденции в состоянии и динамике промысловых запасов Волгоградского водохранилища имеют разнонаправленный характер [2]. Максимум вылова был достигнут в 1989 году – 4948 тонн, что соответствует промысловой рыбопродуктивности в 15,9 кг/га. После этого начался продолжительный спад – вылов снизился до 1000 тонн в 1996 и 1997 гг., составив минимум в 1998 году – всего 890 тонн. Начиная с 1999 г. на Волгоградском водохранилище начался неуклонный рост уловов: с 1159 тонн до 2663,5 тонны в 2009 году и 3265,4 тонны в 2011 году (то есть в 2,8 раза), но промысловая рыбопродуктивность достигла всего лишь 10,56 кг/га. Рост идет за счет всех основных промысловых объектов - и мелкого, и крупного частика. Однако 2001 год оказался последним, когда в промысле преобладал крупный частик – его соотношение с мелким в 2002 году составило 2,19, а в 2009 году – 0,88. Наибольший рост добычи наблюдается для видов, чье искусственное воспроизводство и выпуск молоди продолжается уже с 1958 года: для сазана уровень вылова в 2009 г. по сравнению с 1999 г. вырос в 13,8 раза, для растительноядных рыб – более чем в 12 раз. Однако видовой состав уловов существенно изменился, причем свои лидирующие позиции сохранили лещ, густера и плотва. Судя по резкому увеличению промысла карася (в 2011 году он вышел на четвертое место – 330 тонн), в водохранилище условия обитания для рыб речного комплекса становятся все хуже. Судак, занимавший в 1980-е гг. второе место в уловах, скатился на скромное седьмое место.

В водохранилище стали редкостью осетровые, лососевые (белорыбица) и сельдь, вылов которых определяется необходимостью проведения контрольных ловов, потребностями искусственного воспроизводства и научно-исследовательскими целями. Несмотря на регулярный выпуск молоди стерляди с Саратовской базы ГосНИОРХа и Тепловского рыбопитомника, в промысловых уловах она не числится с середины 1990-х гг.

Возможно, для улучшения положения с осетровыми в Волгоградском водохранилище следует направлять в него часть молоди, выращиваемой в уникальном рыбоводном хозяйстве при Волжской ГЭС, которое имеет собственное маточное стадо осетровых рыб и объемы ежегодного выпуска в Волгу от 2 до 4 млн штук молоди белуги, осетра, стерляди.

Надежды на пополнение запасов и рост объемов добычи связываются прежде всего с искусственным воспроизводством ценных видов рыб, реконструкцией ихтиофауны, рыбоводно-мелиоративными работами и пастбищной аквакультурой. Как известно, главной стратегической задачей сохранения биологических ресурсов во внутренних водоемах является увеличение промысловых запасов за счет выпуска в естественные водоемы жизнестойкой молоди ценных видов, полученной путем искусственного разведения. Рыбоводные предприятия и рыбколхозы Саратовской и Волгоградской областей получают, выращивают и выпускают разновозрастную молодь осетровых рыб, сазана, толстолобиков, сома, белого амура. Активно работают рыбопитомник Саратовского отделения ГосНИОРХа, ТОО «Флора» и др. Однако выпуск молоди в природные водоемы явно недостаточен в сравнении с их возможной приемной емкостью, определенной исходя из состояния естественной кормовой базы. Эта величина для Волгоградского водохранилища, например, оценивается в 7 млн сеголетков, а выпускается в лучшем случае одна пятая часть от потребности (табл. 1):

Таблица 1

Выпуск молоди карповых рыб в Волгоградское водохранилище в 2006–2008 гг. (тыс. штук)

<i>Виды карповых</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>
Сазан: всего тыс. штук	683,5	1237,1	3047,1
В т.ч. сеголетки *	488 / 20-37 г	1237,1 / 20-27 г	3030,5 / 25-34 г
годовики *	125,9 / 26 г	-	-
двухлетки *	69,6 / 128 г	-	16,6 / 39,7
Растительноядные рыбы (белый амур и толстолобики): всего тыс. штук	1256,1	720,8	574,1
В т.ч. сеголетки *	1063,8 / 20-72 г	562,4 / 20-69 г	570,1 / 20-68 г
годовики *	82,5 / 20-122 г	59,5 / 70-125 г	-
двухлетки *	9,8 / 136 г	98,9 / 200-400 г	4,0 / 638-880 г

* – в таблице указаны количество; минимальная, максимальная или средняя навески.

Рыбоводные предприятия, работающие на Волгоградском водохранилище, к концу 2000-х гг. заметно охладели к процессам восстановления и пополнения рыбных запасов водохранилища: в 2001 году выпуск молоди осуществляли 12 организаций, в 2007 году – 6, в 2008 г. – 5, в 2011 году – 4, что связано прежде всего с недостаточным объемом выплат за выращенную и выпущенную молодь.

Анализируя потери рыбного хозяйства от создания Волгоградского водохранилища, нельзя не оценить значения затопленного участка Волги от Волгограда до Саратова, так как он играл большую роль в воспроизводстве проходных рыб, являясь миграционным путем для сельдевых (черноспинка, волжская сельдь), осетровых, миноги, белорыбицы, каспийского лосося, которые далеко поднимались вверх по Волге и ее притокам – Каме, Вятке и др. На этом участке располагались нерестилища, где воспроизводилось 40–50 % сельдевых, 97 % белуги, 60 % севрюги, 75 % осетра, 100 % белорыбицы и лосося. С возведением плотины Волгоградского гидроузла утрата условий естественного воспроизводства проходных рыб стала практически необратимой. Их практическое отсутствие в уловах во многом связано с бездействием рыбоподъемника на Волжской ГЭС, не функционирующего уже около 20 лет, хотя в 1960-х гг. в водохранилище перегружались десятки тысяч производителей осетровых и сотни тысяч половозрелых сельдевых рыб.

Таким образом, можно констатировать существенные расхождения между прогнозами рыбохозяйственного освоения Волгоградского водохранилища, заложенными в проект, с реальным состоянием биологических ресурсов и эксплуатацией промысловых запасов. По мнению Ю. А. Пушкина и Е. А. Зиновьева [7], основные причины низкой продуктивности водохранилищ кроются в неблагоприятных для рыб уровнях режимов (прежде всего в период нереста) и разнообразных нарушениях экологических условий, а не в состоянии кормовой базы.

Литература

1. Волжская гидроэлектростанция имени XXII съезда КПСС. Технический отчет о проектировании и строительстве. – М. – Л. : Энергия, 1965. – Т. 1. – 648 с.
2. Залепухин, В. В. Промысел и воспроизводство рыбных запасов в Нижневолжском регионе в конце XX века: эколого-экономические аспекты / В. В. Залепухин // Экономика развития региона: проблемы, поиски, перспективы: ежегодник Южного центра РАН. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2005. – Вып. 6. – С. 660–682.
3. Исаев, А. И. Рыбное хозяйство водохранилищ / А. И. Исаев, Е. И. Карпова. – М. : Агропромиздат, 1989. – 255 с.
4. Карпенков, С. Х. Концепции современного естествознания / С. Х. Карпенков. – М. : Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. – 520 с.
5. Кудерский, Л. А. Современный этап рыбохозяйственного использования водохранилищ / Л. А. Кудерский // Биологические ресурсы водохранилищ. – М. : Наука, 1984. – С. 266–277.
6. Небольсина, Т. К. Биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища и величина использования кормовых ресурсов рыбами / Т. К. Небольсина // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища : труды Саратовского гос. ун-та. – Саратов, 1980. – С. 185–225.
7. Пушкин, Ю. А. Антропогенное воздействие на состояние кормовой базы камских водохранилищ и рыбное хозяйство / Ю. А. Пушкин, Е. А. Зиновьев // IV съезд ВГБО : тез. докл. – Киев, 1981. – Т. 2. – С. 79.

ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО СУДАКА *LUCIOPERCA LUCIOPERCA (L)* ОТ МОЛОДИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Л. А. Зыков

*Астраханский филиал Казахстанского института
экологического проектирования «Казэкопроект», г. Астрахань (Россия)*

Г. Ф. Зыкова

*Каспийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства, г. Астрахань (Россия)*

Судак – *Lucioperca lucioperca (L)* – одна из ценных промысловых рыб Волго-Каспийского бассейна. Его максимальные уловы – 70-90 тыс. т наблюдались в 1924–1939 гг. В период, предшествующий зарегулированию стока (1901–1958 гг.), при колебаниях от 6,0 до 90,7 тыс. т, средний вылов судака составлял 35,7 тыс. т. после его зарегулирования - при колебаниях от 0,2 до 13,9 тыс. т – в среднем 4,1 тыс. т (рис. 1).

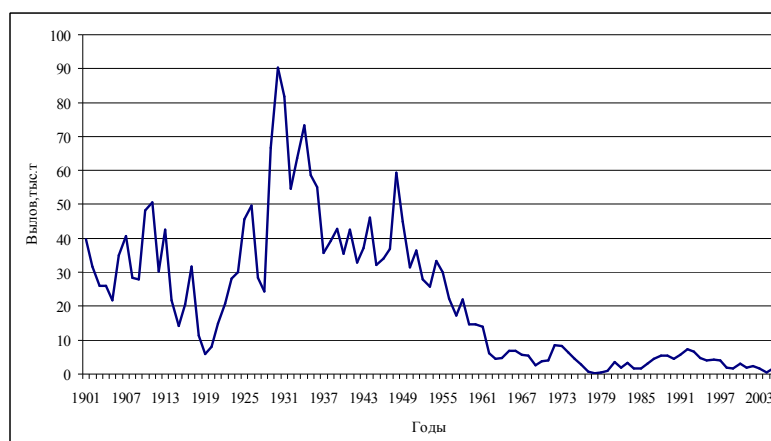


Рис. 1. Динамика уловов судака Волго-Каспийского бассейна в период 1901–2012 гг.

В последние годы уловы судака находятся на своем историческом минимуме, близком к 0,4–0,6 тыс. т.

Колебания запасов судака в период, предшествующий зарегулированию стока, были обусловлены изменчивостью гидрологического режима Волго-Каспийского бассейна и нерациональным промыслом [9, 10].

После зарегулирования волжского стока условия естественного воспроизводства судака и других полупроходных рыб в дельте р. Волги значительно ухудшились. За счет внутригодового перераспределения стока существенно сократились объемы весеннего половодья и кормовая база судака, состоящая из рыб. Это привело к многократному сокращению урожайности формирующихся поколений естественного нереста и соответствующему снижению его запасов [9, 10] (рис. 1).

В период 1991–2012 гг. значительный ущерб воспроизводству судака наносился неучтенным и браконьерским выловом, достигающим 100–150 % от его официальной величины [11]. Из-за недостатка участвующих в нересте производителей молодь судака в некоторые годы отсутствовала в учетных съемках, а основу его нерестового стада в настоящее время составляют впервые нерестующие особи [11].

В сложившихся условиях одной из важнейших мер, способных предотвратить дальнейшее снижение запасов судака и обеспечить его возможное последующее восстановление, является искусственное воспроизводство.

Работы по искусственному воспроизводству судака в Волго-Каспийском бассейне проводились в предыдущие годы по плану компенсационных мероприятий, возмещающих ущерб рыбному хозяйству от гидростроительства.

С этой целью, в середине 1950-х гг. в дельте р. Волги была создана система нерестово-выростных хозяйств (НВХ), обеспечивающих ежегодное выращивание и выпуск на нагул в реку и Северный Каспий 0,1–130,3, в среднем 42,9 млн экз. молоди судака. В последние годы искусственное воспроизводство судака практически не ведется.

Несмотря на достигнутые масштабы искусственного воспроизводства, вопрос о величине промыслового возврата судака от выращиваемой на НВХ молоди, до настоящего времени остается открытым. Сведения о его величине в литературе отсутствуют, а роль искусственного воспроизводства в формировании запасов практически не изучена.

Задачей наших исследований было определение величины промыслового возврата судака, получаемого от молоди искусственного воспроизводства, на основе современных теоретических представлений о динамике численности и биомассы используемых промыслом поколений в период существования.

Величину промыслового возврата судака, получаемого от выращиваемой молоди, рассчитывали с помощью модели, описывающей изменение численности используемого промыслом поколения в течение жизненного цикла [3, 4]:

$$N_t = R_{0,5}(1 - v_{m_{11}} - v_{f_{12}})(1 - v_{m_{23}} - v_{f_{21}}) \dots (1 - v_{m_{t1}} - v_{f_{t1}}); \quad (1)$$

где: N_t – численность поколения судака в возрасте t ; $R_{0,5}$ – начальная численность поколения в возрасте сеголетка (количество выращенной на НВХ молоди); $v_{m_{it}}$, $v_{f_{it}}$ – коэффициенты годичной естественной и промысловой смертности поколения в возрасте t .

Под промысловым возвратом понимали уловов N_f , получаемый от поколения в период его промысловой эксплуатации [2–5, 7, 12]:

$$N_f = \sum_{t_f}^{T_f} n_{f_t}; \quad (2)$$

где: n_{f_t} – число особей поколения возраста t , попавших в годовой улов (включая официальный, неучтенный и браконьерский вылов); t_f и T_f – возраст начала и окончания промыслового периода.

Коэффициент промыслового возврата K_f рассчитывали как отношение улова N_f , получаемого от поколения, к его начальной численности на стадии сеголетка $R_{0.5}$ [3, 4, 7, 12]:

$$K_f = \frac{N_f}{R_{0.5}}; \quad (3)$$

При проведении расчетов предполагалось, что в условиях рационально организованного промысла добыча судака ведется только в реке, базируясь на заходящих на нерест производителях.

Улов n_{f_t} , получаемый от поколения зашедших в реку производителей в возрасте t , рассчитывали по формуле:

$$n_{f_t} = v_{fn_t} n_{m_t}; \quad (4)$$

где: n_{m_t} – численность пришедшего на нерест поколения в возрасте t ; v_{fn_t} – коэффициент промысловой смертности нерестового стада.

Кроме промыслового возврата, для оценки воспроизводительной способности судака, использовалось понятие условной популяции N , образующейся от 1,0 млн экз. выращиваемой молоди [3, 4]:

$$N = \sum_{t=0.5}^{T_f} N_t \quad (7)$$

Этот показатель рассчитывается как сумма численности отдельных возрастных групп, образующих возрастную структуру условной популяции.

Коэффициенты естественной смертности поколений судака v_{m_t} , входящие в модель численности (1), рассчитывали с помощью уравнения, описывающего изменение их значений в зависимости от возраста [3, 4, 6, 7]:

$$v_{m_t} = 1 - At^k (T^k - t^k); \quad (7)$$

где A , k , T^k – константы.

Уравнение естественной смертности судака, рассчитанное по данным линейно-весового роста и характеристикам полового созревания, имеет вид:

$$v_{m_t} = 1 - 0,0674t^{0,727} (6,0 - t^{0,727}); \quad (8)$$

Все расчеты выполнены на основе опубликованных данных по линейно-весовому росту и характеристикам полового созревания судака [8–10].

Таблица 1

Структура численности и биомассы условной популяции судака,
образующейся от 1,0 млн экз. выращиваемой на НВХ молоди

Возраст, <i>t</i> лет	Длина, <i>см</i>	Масса, <i>кг</i>	Коэффициент смертности, <i>ед.</i>		Условная популяция		Нерестовое стадо		Вылов	
			<i>Естеств.</i>	<i>Пром.</i>	<i>тыс. шт.</i>	<i>тыс. т</i>	<i>тыс. шт.</i>	<i>тыс. т</i>	<i>тыс. шт.</i>	<i>тыс. т</i>
0,12	3,2	0,000	0,7479	-	1000,0	0,000	-	-	0,000	0,000
1,1	16,3	0,059	0,5615	-	252,1	0,015	-	-	0,000	0,000
2,1	25,9	0,252	0,4587	0,300	110,6	0,028	1,11	0,000	0,332	0,000
3,1	34,3	0,604	0,4070	0,300	59,52	0,036	17,9	0,011	5,356	0,003
4,1	42,0	1,133	0,3933	0,300	29,94	0,034	15,0	0,017	4,491	0,005
5,1	49,2	1,854	0,4106	0,300	13,67	0,025	9,57	0,018	2,871	0,005
6,1	56,0	2,776	0,4542	0,300	5,188	0,014	5,19	0,014	1,556	0,004
7,1	62,5	3,911	0,5210	0,300	1,275	0,005	1,27	0,005	0,382	0,001
8,1	68,8	5,266	0,6086	0,300	0,228	0,001	0,23	0,001	0,068	0,000
9,1	74,8	6,850	0,7152	0,300	0,021	0,000	0,02	0,000	0,006	0,000
10,1	80,7	8,669	0,8391	0,300	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
Всего	-	-	-	-	1472,5	0,159	50,2	0,067	15,06	0,020

Расчеты показали, что при 30%-м изъятии нерестового стада, от 1,0 млн экз. выращенной на НВХ молоди образуется условная популяция судака численностью 1472,5 млн экз., биомассой 0,159 тыс. т (таблица 1).

От каждого миллиона выращенной на НВХ молоди образуется нерестовое стадо судака численностью 50,2 млн экз., биомассой – 0,067 тыс. т, что составляет 3,4 % от общей численности и 42,9 % биомассы популяции. Промысловый возврат судака от 1,0 млн экз. выращиваемой молоди составляет 15,06 тыс. экз., или 0,02 тыс. т, коэффициент промыслового возврата – $K_f = 15,06/1000 = 0,0156$, или 1,56 %. Коэффициент промыслового возврата K_f , выход численности и биомассы от миллиона молоди и средний вес судака в уловах зависят от коэффициента промысловой смертности нерестового стада (таблица 2).

Таблица 2

Изменение количественных характеристик условной популяции и промыслового возврата судака, получаемых от 1,0 млн экз. выращиваемой молоди в зависимости от коэффициента промысловой смертности

v_{fn_t}	Условная популяция		Нерестовое стадо		Вылов		Кэф. пром. возврата, ед.	Средний вес в улове, кг
	тыс. шт.	тыс. т	тыс. шт.	тыс. т	тыс. шт.	тыс. т	ед.	кг
0,100	1491,1	0,209	65,22	0,111	6,52	0,011	0,007	1,704
0,200	1480,8	0,180	56,74	0,085	11,35	0,017	0,011	1,490
0,300	1472,5	0,159	50,21	0,067	15,06	0,020	0,015	1,324
0,400	1465,7	0,144	45,07	0,054	18,03	0,022	0,018	1,195
0,500	1460,0	0,133	40,93	0,045	20,47	0,022	0,020	1,092
0,600	1455,1	0,124	37,60	0,038	22,56	0,023	0,023	1,014

При увеличении степени изъятия производителей от 10,0 до 60,0 % численность условной популяции снижается с 1491,0 до 1455,1 тыс. экз., биомасса – от 0,209 до 0,124 тыс. т, численность нерестового стада – с 65,2 до 37,6 тыс. экз., биомасса – от 0,111 до 0,038 тыс. т, средний вес в уловах – с 1,7 до 1,04 кг. Вылов судака увеличивается от 6,52 до 22,56 тыс. экз. и от 0,011 до 0,023 тыс. т, а коэффициент промыслового возврата – от 0,007 до 0,023, или от 0,7 до 2,3 % (таблица 2).

По данным Л. А. Белоголовой и др. [1], численность сеголетков судака естественного воспроизводства в Северном Каспии в период 1960–2001 гг. в среднем составляла 216,0 млн экз. а общая численность с учетом искусственного воспроизводства (42,9 млн экз.) – 258,9 млн экз. Расчеты показали, что при таком уровне пополнения и 30%-м изъятии производителей, общая численность популяции судака составляла 381239,8 тыс. экз.,

биомасса – 41,2 тыс. т, в т. ч. численность нерестового стада – 12999,9 тыс. экз. и 17,22 тыс. т, расчетный вылов – 3899,98 экз., или 5,17 тыс. т, что очень близко к его средним фактическим значениям 4,1 тыс. т в этот период.

Последующие расчеты показали, что при ежегодном среднемноголетнем выпуске 42,9 млн экз. выращенных на НВХ сеголетков в море поддерживалась субпопуляция судака численностью 6317,8 млн экз., биомассой – 6,83 тыс. т, включая нерестовое стадо 2154,1 тыс. экз. и 2,85 тыс. т, которые обеспечивали его дополнительный вылов в размере 646,2 тыс. экз., и 0,856 тыс. т. При этом, доля судака искусственного воспроизводства в общем запасе и уловах составляла 16,6 %, естественного – 83,4 %.

Методом итераций были рассчитаны запасы судака в период не зарегулированного стока. При его среднемноголетнем вылове в этот период близком к 35,7 тыс. т (рис. 1) и степени изъятия промысловых запасов 35–40 %, общая численность популяции судака составляла 915808,6 тыс. экз., биомасса – 92,49 тыс. т, в т. ч. численность нерестового стада – 29011,2 тыс. экз. и 35,7 тыс. т, что обеспечивалось среднегодовым пополнением на уровне 624000,0 тыс. экз. сеголетков.

Литература

1. Белоголова, Л. А. Формирование численности речных и полупроходных рыб в 2001 г. / Л. А. Белоголова, Р. П. Алехина, Э. В. Никитин, В. Г. Финаева // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 г. – Астрахань, 2002. – С. 282–294.
2. Державин, А. Н. Севрюга *Acipenser Stellatus*: Биологический очерк / А. Н. Державин // Изв. Бакинской ихтиологической лаборатории. – Баку, 1922. – Т. 1.
3. Зыков, Л. А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб / Л. А. Зыков. – Астрахань : Изд-во Астр. госуниверситета, 2005. – 373 с.
4. Зыков, Л. А. Оценка промыслового возврата каспийской белуги *Huso huso* L. от молоди искусственного воспроизводства / Л. А. Зыков // Вопр. рыболовства. – 2011. – № 2. – С. 64–86.
5. Зыков, Л. А. Оценка промыслового возврата судака Цимлянского водохранилища от молоди искусственного воспроизводства / Л. А. Зыков, Г. Ф. Зыкова // Докл. межд. научно-практ. конф., посв. 50-летию Волгогр. отд. ГосНИОРХ. – Волгоград, 2007. – С. 112.
6. Зыкова, Г. Ф. Продукция сибирской плотвы реки Обь / Г. Ф. Зыкова // Вопр. ихтиологии. – 1993. – Т. 33. Вып. 6. – С. 799–803.
7. Зыкова, Г. Ф. К методике определения промыслового возврата сиговых, выращиваемых в магистральных рыбопитомниках р. Оби / Г. Ф. Зыкова, Л. А. Зыков // Изв. ГосНИОРХ. – 1989. – Т. 302. – С. 38–47.
8. Кузьмин, А. Г. Рост и возраст судака Северного Каспия / А. Г. Кузьмин // Тр. Каспийского бассейнового филиала ВНИРО. – 1952. – Вып. 12. – С. 92–105.
9. Кузьмин, А. Г. О колебаниях численности судака в Северном Каспии / А. Г. Кузьмин // Тр. ВНИРО. – 1959. – Т. 38. – С. 87–95.
10. Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. – М. : Наука, 1989. – 189 с.

11. Фомичев, О. А. Состояние запасов воблы, леща и судака в 2005 г. и перспективы их промыслового использования / О. А. Фомичев, М. А. Сидорова, Т. А. Ветлугина, Ю. А. Кузнецов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2005 г. – Астрахань, 2006. – С. 220–227.

12. Черфас, Б. И. Рыбоводство в естественных водоемах / Б. И. Черфас. – М. : Пищевая промышленность, 1950. – 215 с.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСЕТРОВЫХ р. ВОЛГИ

В. М. Распопов

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Т. Н. Кобзева

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Наряду с интенсивным развитием агропромышленного комплекса Астраханской области, довольно актуально стоит вопрос о модернизации рыбной промышленности, создание экосистемы и развитие аквакультуры в регионе. Эта проблема, по сути возведена в ранг национальной региональной программы в Астраханской области.

В настоящее время проблема заключается и в том, что работа по охране акватории Волги ведется на уровне отдельных регионов, и не носит комплексный характер. Между тем природа не знает административно-территориальных границ. Все русло Волги и прилегающая территория – это единая экосистема, от состояния которой зависит качество жизни миллионов людей, проживающих на берегу великой реки.

Естественное размножение осетровых в р. Волге всегда имело решающее значение в формировании численности их запасов.

Масштабы гидростроительства в бассейне основной реки Каспийского моря – Волге внесли существенные коррективы в развитие рыбного хозяйства на бассейне.

После сооружения каскада волжских водохранилищ была потеряна значительная часть нерестилищ осетровых, и в настоящее время из общего нерестового фонда 3390 га сохранилось только 372 га искусственных и естественных гряд.

Многофакторное антропогенное воздействие на водные экосистемы: зарегулирование стока рек, чрезмерно интенсивный нерациональный промысел, браконьерский лов осетровых, загрязнение бассейна Волго-Каспия – привело к повсеместному снижению численности, а, следовательно, и улове ценных видов рыб.

При интенсивном промысле из общей численности изымались наиболее элитные производители.

Многолетние исследования показывают, что наиболее эффективное воспроизводство осетровых наблюдается тогда, когда величина весеннего половодья в период нереста осетра и белуги составляет 120–140 км³, севрюги – 60–65 км³ (в межень), а численность пропуска самок на нерестилища достигает у осетра 400 тыс. экз., белуги – 2,5 и севрюги – 110 тыс. экз. (Распопов, Вещев, Новикова, Егорова, 1995).

Экологическую обстановку, сложившуюся на р. Волге в 1966–1993 гг., можно рассматривать как крупномасштабный природный эксперимент, наглядно продемонстрировавший положительные и отрицательные последствия при оценке рыбопродуктивности нерестилищ осетровых р. Волги.

Первые предложения по изменению режима промысла осетровых в дельте Волги были сделаны В. И. Лукьяненко в августе 1973 году (Лукьяненко, 1988).

Только в 1981 г. промышленность пошла на его частичное внедрения, что позволило увеличить пропуск яровой части нерестовых популяций осетра и белуги.

В целях рационального использования запасов и оптимизации промысла были внесены изменения во временный режим рыболовства, главного юридического документа (Кудерский и др. 1997), в дельте и авандельте р. Волги утвержденный приказом Комитета Российской Федерации по рыболовству от 15 апреля 1996 г. и от 21 марта 2000 г. предусматривающие увеличение пропуска производителей на нерестилища р. Волги.

Нами были изучены теоретические, статистические и картографические источники. В результате этого, мы определили главные направления стратегии сохранения биологических ресурсов (осетровых) Каспийского моря в ближайшей и долгосрочной перспективе, которыми являются:

1. Установить государственную монополию на добычу, обработку и реализацию осетровых

2. Установление межгосударственных правовых норм ведения рыбного хозяйства на бассейне, обеспечивающих согласованные меры по охране и воспроизводству (естественным и промышленным осетроводством) биологических ресурсов

3. Совершенствование режима рыболовства в целях оптимального пропуска производителей на нерестилища и заготовки производителей для рыбоводных заводов

4. Сохранение разнородности популяции осетровых должны при работе рыбоводных заводов с производителями всех биологических групп

5. Выпуск молоди осетровых заводов в объеме 120–150 млн экз. в год (осетра – 50–60 %, севрюги – 20–25 %, белуги – 20–25 %).

Для повышения эффективности естественного воспроизводства осетровых, обеспечивающего численность и разнородность популяций, рекомендуется осуществить следующие мероприятия:

а) на Волге провести мелиорацию Татьянинского, Светлоярского, Дубовского, Каменнаярского, Черноярского и Сероглазовского нерестилищ общей площадью 215,8 га;

б) обеспечить в нижнем течении Волги в период с апреля по июнь объем стока более 120 км³ (расход 22–25 тыс. м³/с), в июне-августе – 60–65 км³ (расход 6,0–6,5 тыс. м³/с);

в) для сохранения естественного воспроизводства белуги, осетра, севрюги и стерляди необходимо районам сохранившихся нерестилищ придать статус особо охраняемых территорий с введением нормативно-правовых актов;

г) необходимо ежегодно на нерестилища р.Волги пропускать не менее 5 тыс. производителей белуги, более 500 тыс. осетра и не менее 200 тыс. производителей севрюги, при соотношении полов 1:1;

д) факт существования сезонных рас осетра и белуги, необходимо учитывать при заготовке производителей, для рыбоводных целей;

е) в период массового хода рыб (осетровых) и ската основной части их потомства (май-июнь) запретить жителям сел расположенных от Каспийского взморья до г. Волгограда использовать маломерный флот;

ж) для оценки качества осетровых в морской и речной периоды жизни необходимо использовать ихтиологические, физиологические, морфофизиологические, морфологические и гистохимические методы исследований.

Таким образом, при выполнении комплекса мероприятий имеется реальная возможность сохранить генетическую и многовозрастную структуру популяций осетровых рыб.

Литература

1. Распопов, В. М. Техногенное общество и естественное воспроизводство осетровых / В. М. Распопов, Т. Н. Кобзева // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря : материалы VIII Международной научной конференции 11–12 октября 2005 г. – Астрахань : Издат. дом «Астраханский университет», 2005. – С. 171–172.

2. Распопов, В. М. Сравнительная морфофизиологическая характеристика осетровых северо-каспийской популяции / В. М. Распопов, Т. Н. Кобзева, И. В. Пузанков // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия Биологические науки. Выпуск 8. – Нальчик, 2006. – С. 65–66.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ РАЗМЕЩЕНИЮ УЧАСТКОВ ОБВАЛОВКИ ГРУНТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО РАСЧИСТКЕ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ В МЕСТАХ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСОВ И ЗАИЛЕНИЯ

С. М. Немошкалов

*ООО «Каспийская рыбопромышленная компания «Юленаст»,
г. Астрахань (Россия)*

Водный фонд Астраханской области в соответствии с Водным кодексом РФ представляет собой совокупность водных объектов в пределах территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги, гидрологический режим которых определяется величиной попусков воды в нижний бьеф Волгоградского водохранилища, включенных или не включенных в Государственный водный кадастр.

Река Волга – одна из крупнейших рек на Земле и самая большая в Европе, в нижнем течении делится на 9 рукавов, образуя дельту. Длина – 3530 км (до постройки водохранилищ – 3690 км). Площадь бассейна – 1360 тыс. км². Небольшая часть дельты Волги, вне основного русла реки, находится на территории Казахстана.

Дельта р. Волги состоит из Центрального района и районов Западно-подстепных и Восточно-подстепных ильменей. Центральный район, неоднородный в своей гидрологии, топографии и другим условиям, подразделяется на верхнюю, среднюю и нижнюю части. Громадная площадь Волжской дельты ЦР = 10 500 км² изрезана многочисленными рукавами, протоками, ериками. Дельта р. Волги – составная часть устьевой области р. Волги одна из крупнейших в мире занимает на конец XX столетия площадь в 11,0 тыс. км² (устьевое взморье – 38,0 тыс. км²). Небольшая часть дельты Волги, около 70 тыс. га, вне основного русла реки, находится на территории Казахстана. Что касается грунта дельты р. Волги, ее рукавов, притоков и ериков, то здесь преобладают аллювиальные отложения – песка речного 1, 2 категории (не строительного) с диаметром фракций не более 0,1–0,9 мм, характеризующемся, как грунт и используемый в строительстве.

В современных условиях рыночной экономики, не обеспечивающей достаточное выделение средств на природоохранные мероприятия, особую тревогу вызывает возрастающее негативное влияние загрязнения воды на здоровье человека, растет ущерб от вредного воздействия вод на биоресурсы водоемов. В этих условиях требуется разработка новых подходов к качественному управлению, использованию и охране водных ресурсов, правовому обеспечению водопользования. Для этого необходимы комплексные меры по рациональному и качественному управлению водными ресурсами, по принятию необходимых решений в вопросах, связанных и с использованием и с охраной водных объектов региона на уровне федераль-

ных и региональных органов, с привлечением к этому частных партнеров, в качестве источников финансирования.

Одной из основных задач комплексных мер является улучшение гидрологического режима водотоков и водоемов путем проведения на них мелиоративных дноуглубительных работ, а также расчистке от наносов на отдельно заносимых участках малых рек и водоемов.

В настоящее время существует проблема временного хранения грунта в специально отведенных для этой цели участках водоемов, которыми могут быть затоны, карты намыва и даже берега рек.

Для решения этой проблемы необходимо проводить исследования и изыскания с участием ученых и специалистов профильных организаций. Для проведения изыскательских работ на водотоках и водоемах с выявлением особенно заносимых участков наносами для целей экологической безопасности и судоходства. Действующим примером такого привлечения профильных предприятий является ООО КРК «Юленаст» (г. Астрахань). Данное предприятие ведет научно-исследовательскую деятельность с привлечением ведущих ученых к решению экологических проблем.

В 1999–2001 гг. по инициативе и финансовой поддержке администрации Астраханской области и участия специалистов Астраханского государственного технического университета, Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, Астраханского областного комитета по экологии и Комитета по природным ресурсам Астраханской области, а также московских институтов: Государственного океанографического института и Института водных проблем РАН проводились комплексные исследования причин возникновения заморных зон в нижней части дельты и устьевом взморье р. Волги. Необходимость проведения такого исследования была продиктована сложившейся в эти годы неблагоприятной гидрологической и экологической обстановкой в низовьях Волги и Каспийском море. Данная ситуация выразилась в заморных явлениях. Заморы – массовая гибель рыб и других гидробионтов, вызванная гипоксией, т. е. острым дефицитом кислорода в воде.

Заморы эпизодически возникают в култушной зоне устьевого взморья р. Волги, а также вдоль западного побережья Северного Каспия и между речья Волги и Урала и является типичным примером совместного действия ряда неблагоприятных природных факторов, к которым относятся:

- уменьшение скоростей стоковых течений в каналах-рыбоходах и в забровочных межканальных пространствах в связи с их зарастанием и заилением, а также из-за подпора, возникающего в связи с подъемом уровня моря;
- сравнительно малый промежуток времени, прошедший с момента установления уровней воды в реке на отметках, способствующих исчезновению водной растительности;

- повышенное поступление органического вещества с волжским стоком;

- теплые зимы и, как следствие, отсутствие ледяного покрова в реке и море, способствующего прочистке и выносу отмершей прошлогодней водной растительности из зоны отмелого устьевого взморья.

Все эти факторы способствуют чрезмерно высокому потреблению кислорода на окисление растительных остатков и, как следствие, к возникновению здесь устойчивых зон гипоксии в теплое время года.

Наиболее широкого распространения, по сравнению с предыдущими годами, это явление достигло в 1999 году (по данным КаспНИРХа). В каналах-рыбоходах содержание кислорода в воде составило менее 6 мг/л, т. е. ниже критического значения для природных водоемов, а в межканальных пространствах, в так называемой «черной воде», его количество понижалось до отметок 2 мг/л, а в ночные часы доходило до аналитического нуля.

В сложившейся неблагоприятной экологической обстановке обнадеживающим примером привлечения частного бизнеса к решению экологических проблем является ООО Каспийская рыбопромышленная компания «Юленаст», занимающаяся мелиоративными дноуглубительными работами в низовьях р. Волги. Однако, даже такие благородные случаи участия частного бизнеса в решении проблем улучшения экологической обстановки родного края наталкиваются на чиновничьи преграды, выражающиеся в отзыве лицензии на проведение мелиоративных мероприятий – недропользование.

С 2007 года ООО «Каспийская рыбопромышленная компания «Юленаст» ведет исследования по практическому использованию научно-обоснованного метода гидротехнического намыва грунта на рукаве Кривая Болда (14,8 км) – Кирикилинское колено г. Астрахани.

В 2008 г в службу природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области ООО КРК «Юленаст» были представлены на государственную экологическую экспертизу материалы «Оценки воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности ООО «Каспийская рыбопромышленная компания «Юленаст» по разработке намывного грунта в существующих картах намыва на левом берегу рукава Кривая Болда (Кирикилинское колено) с целью получения лицензии на недропользование, по которым получено положительное заключение государственной экологической экспертизы, утвержденное приказом службы от 21.07.2008 г. № 25.

В конце 2008 года ООО КРК «Юленаст» осуществляло расчистку–гидронамыв, забор грунта с акватории коуша (затона) низконапорным земснарядом ООСБ 400/500 м³/час по береговому магистральному пульпопроводу в карты намыва для временного складирования 300 000 м³ грунта, с последующим использованием его строительными организациями. Коуш – искусственный водный объект в виде озера, посередине которого расположен бугристый от наносов холм, размером 100×50×2 м.

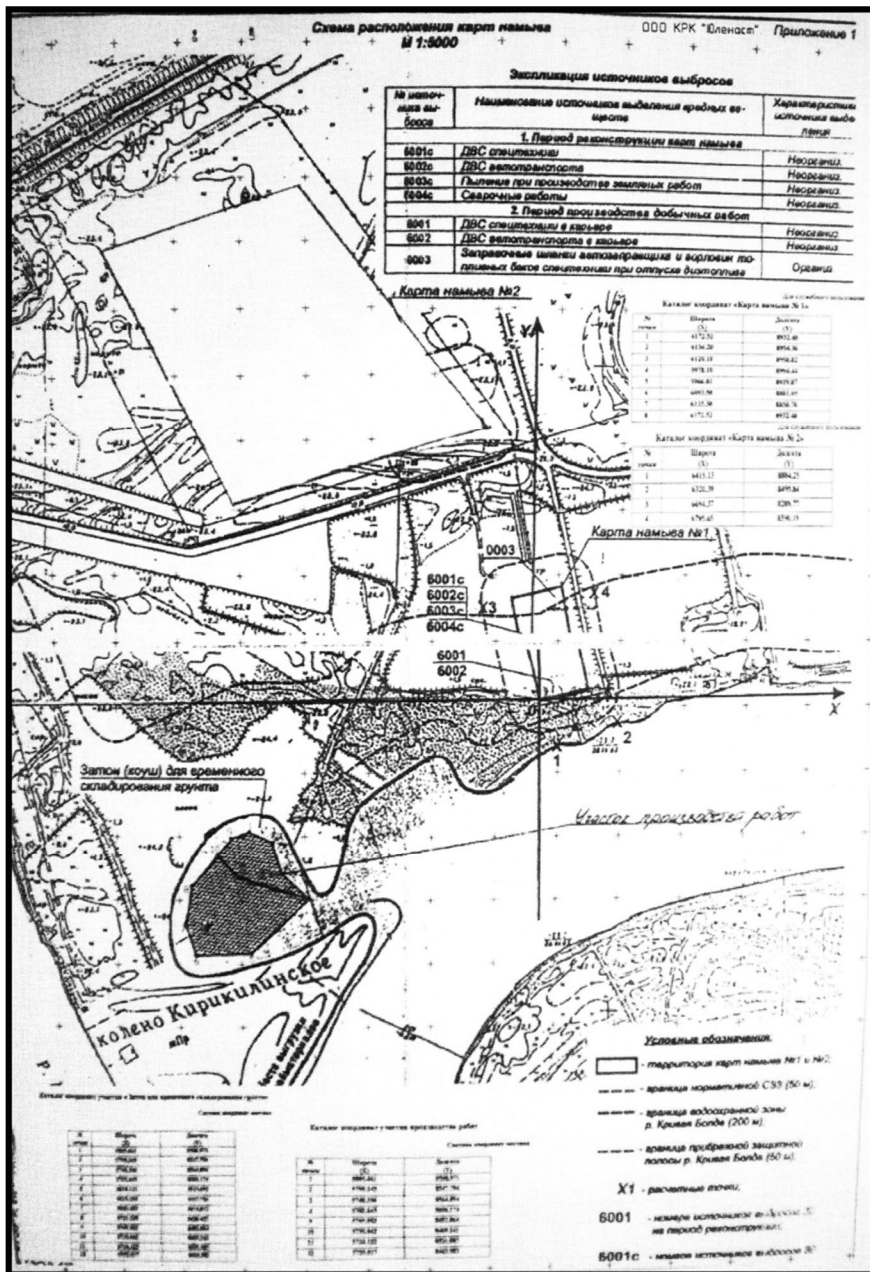


Рис. 1. Коуш для временного хранения привезенного (доставленного) грунта шаландами и карты намыва

Искусственный коуш (затон) удален от берега на расстоянии 200 м, соединен с рукавом Кривая Болда судоходным прораном для прохода судов, шаланд с грунтом. Коуш является местом временного складирования аллювиальных отложений с мест расчистки рек и водоемов от наносного грунта выше ложа дна Астраханским районом ГСис. Таким образом, привезенный и уложенный грунт находится на поверхности дна коуша и, согласно Федеральному закону № 2395-1 от 21 февраля 1992 года (в ред. Федеральных законов от 03.03.95 № 27-ФЗ, от 10.02.99 № 32-ФЗ), в котором дается определение недр, а именно – «Недра являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии - ниже

земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения» не может являться недрами. При разработке участка (в коуше) гидромеханическим способом при помощи рефулерного земснаряда он подается по плавучему пульпопроводу к береговому пульпопроводу. Далее грунт подается в карту намыва, где происходит его осаждение.

Данный грунт, по оценке ОАО «Астрахань-ТИСИЗ», относится к категории песок речной 1,2 категории (не строительный). Доставка грунта осуществляется шаландами с выбросом его в данный коуш.

Указанная акватория – коуш – находится в ведении управления ФГУ «Волжское ГБУ», город Нижний Новгород и был образован как место складирования грунта в конце 1970-х годов для проведения гидромеханизированных работ в период строительства объектов Астраханского газоконденсатного месторождения (АГМК). Тогда же были сооружены карты намыва, общей площадью 9 га.

ООО КРК «Юленаст» осуществляет разработку грунта по аналогичной технологии с использованием существующих дамб и сооружений карт намыва при доведении их параметров до надежного эксплуатационного и эколого-экономического состояния. Данный грунт поставляется строительным организациям для общественных нужд г. Астрахани, например для формирования насыпей строительных площадок и дорог.

С 2010 года по настоящее время, т. е. до середины 2012 года, вопрос о разрешительных документах на расчистку данного коуша, в котором находится грунт с 2009 года, не решен. В связи с этим грунт начал перемещаться из коуша вдоль береговой линии и к середине сентября 2012 года имеет протяженность более двухсот метров. Таким образом, в результате переноса наносов из самого коуша, изменяется рельеф береговой линии, что привело к блокированию прорана, предназначенного для прохода судов с грунтом для складирования и привело к его обмелению, а соответственно и высыханию данного водоема, т. е. возникновению экологической опасности.

Данная ситуация возникла из-за противоречий в законодательстве.

В ходе получения лицензии на недропользования разрешительными документами были рассмотрены мероприятия для получения комплексной оценки воздействия на окружающую среду, включая цикл работ по гидромеханизированной разработке грунта в коуше до ложа дна, и подачи пульпы в карты намыва, а также забору грунта из карт намыва для строительных нужд г. Астрахани и региона строительными организациями. По предоставленным материалам получены положительные заключения: Росприроднадзора, Роспотребнадзора, ТУ ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в Астраханской области, ВКТУ Росрыболовства, опрос общественного мнения (данные: Заключение

государственной экологической экспертизы С.П.П. и О.О.С. А.О. от 24 октября 2008 г).

В целях предупреждения возникновения вышеописанных негативных ситуаций в будущем следует более тщательно подходить к вопросам планирования и осуществления работ по дноуглублению каналов-рыбоходов, рукавов, протоков, ериков и других водных объектов и, особенно, размещению грунта - продукта дноуглубительных работ. Необходимо также решить следующие проблемы: исследовать причины возникновения экологической опасности, связанных с заиливанием водотоков и водоемов Астраханской области; имеющихся противоречий в нормативных документах, регламентирующих складирование грунта на существующие участки и строительство новых в рамках частного партнерства в современных условиях.

Особенно следует отметить, что при дноуглубительных работах на каналах-рыбоходах следует применять только низконапорную дноуглубительную технику в виду того, что в этом случае ущерб рыбным ресурсам от проводимых работ намного ниже.

В заключение необходимо отметить, что исследовательско-изыскательская деятельность предприятий, занимающихся дноуглубительными работами, должна осуществляться с применением специально оборудованных маломерных судов в качестве передвижных лабораторий. Эти лаборатории нужно использовать для мониторинга изменений ложа дна и береговых линий водотоков от наносов, определения скорости течения рек в разные по водности времена года, изучения гидрохимического состава воды и других видов исследований. Тем самым каждое предприятие должно формировать научную базу для досконального изучения водоемов, на которых ими проводятся дноуглубительные работы. ООО КРК «Юленаст» готово к ведению своей дноуглубительной деятельности в таких условиях.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НИЗОВЬЕВ РЕКИ ВОЛГИ В ИНТЕРЕСАХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

П. И. Бухарицин

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Астраханская область расположена в уникальном месте – на границе реки Волги и Каспийского моря и обладает бесценным природным даром – водой. Управление, рациональное использование и охрана водных ресурсов требует серьезных научных исследований и большого числа высококвалифицированных специалистов.

В последние десятилетия в бассейне р. Волги и Каспийского моря происходят существенные изменения гидрологического режима, что уже привело к ухудшению социально-экономической, водохозяйственной и экологической обстановки, выразившееся в частности, в значительном повышении зимнего притока вод в низовья Волги сокращению объема весеннего половодья и его продолжительности.

В результате строительства плотин и гидроузлов на реке Волги, из-за отсутствия управления единой Волжской межрегиональной экосистемой происходят процессы зарегулирования нижнего течения, потеря малых водотоков, водоемов, нерестилищ дельты и поймы, что приводит к деградации природных комплексов низовий Волги. В результате нерационального управления водными ресурсами, только рыбное хозяйство Волго-Каспия за 50 лет регулирования стока потеряло в уловах более 2 миллионов тонн ценных промысловых видов рыб, заросли и обмелели каналы-рыбоходы, обмелели многочисленные мелкие и средние водотоки Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги, в стадии деградации находится уникальный район Западных подстепных ильменей, обмелели и потеряли естественную проточность астраханские внутригородские водотоки и т.д.

На современную высоту уровня воды в р. Волге, заливаемость ВАП, нерестилищ и ЗПИ влияет интенсивный размыв русла в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС. В работе Г. А. Мажбиц и Е. П. Буланов (2008) отмечают что, понижение базиса эрозии русла реки от нижнего бьефа Волгоградской ГЭС до Енотаевки, связанное с общим размывом русла превысило проектные отметки и составляет 1,5-1,7 м. при меженных расходах и 0,5–0,6 в половодье. В результате для поддержания гарантированных глубин и водообеспечения ВАП нужны повышенные расходы воды с ГЭС до 6 тыс.м³/с. против 4 тыс. м³/с. Суточные и недельные перепады воды в нижнем бьефе (особенно в воскресные дни) дестабилизируют водный режим [2].

Столь негативные последствия регулирования волжского стока требуют кардинальных изменений всей системы управления водными ресурсами бассейна, которая должна быть основана на современной нормативно-правовой базе, информационном и научном обеспечении. Поэтому важнейшей задачей является разработка схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов и новых правил использования водных ресурсов Волжско-Камского каскада, особенно низовьев и дельты, с целью сохранения уникальных биоресурсов и природных комплексов низовий Волги. Это созвучно задаче поставленной президентом Российской Федерации по итогам заседания президиума Государственного совета Российской Федерации 31 августа 2007 года в г. Астрахани.

Учитывая, что регулирующие возможности водохранилищ ограничиваются естественными колебаниями водности, для решения проблемы водообеспечения рыбного и сельского хозяйств, наряду с оптимизацией

попусков воды необходимо проведение комплексных гидромелиоративных мероприятий в дельте Волги и Волго-Ахтубинской пойме.

В 2008г. была выполнена научно-исследовательская работа, в работе над которой приняли участие научные коллективы ведущих научно-исследовательских и проектных учреждений юга России: ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ», Волгоградское отделение); Федеральное государственное унитарное предприятие «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГУП «КаспНИРХ», г. Астрахань); Открытое акционерное общество по проектированию, изысканиям и научно-исследовательским работам в области мелиорации и водного хозяйства «Волговодпроект» [1].

Объекты исследований: гидрологический режим и водные биоресурсы Волго-Ахтубинской поймы (ВАП).

Цель первого этапа работы – систематизация, анализ и обобщение информации о состоянии гидротехнических сооружений, водотоков и водных биоресурсах, а также основных тенденциях изменений природных и природно-антропогенных экосистем Волго-Ахтубинской поймы под влиянием зарегулирования речного стока для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий таких изменений; разработка и обоснование мер по дополнительному обводнению Волго-Ахтубинской поймы, с целью улучшения экологических и санитарно-эпидемиологических условий, сохранения водных биоресурсов и условий проживания населения на территории ее северной части, играющей определяющую роль всего природно-территориального комплекса Волго-Ахтубинской поймы.

На втором этапе работы была осуществлена комплексная оценка и мониторинг состояния водных биоресурсов и природных объектов, нуждающихся в особых мерах охраны:

- создана научно-методическая и организационно-правовая основа экологического мониторинга;
- дана общая гидробиологическая характеристика водоемов Волго-Ахтубинской поймы (реки, озера);
- выполнен мониторинг рыбных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы (состав ихтиофауны, промысел, уловы);
- дана оценка влияния зарегулирования речного стока на состояние рыбных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы в современный период;
- гидротехнические мероприятия, способствующие сохранению и восстановлению рыбных запасов Волго-Ахтубинской поймы;
- воспроизводство рыбных ресурсов и рекомендации по увеличению эффективности естественного воспроизводства рыб в Астраханской части Волго-Ахтубинской поймы;
- выявлены особенности распределения потока в паводковый период на территории Волго-Ахтубинской поймы;

- выявлены изменения в структуре наземных экосистем под влиянием изменившегося гидрорежима;
- разработан комплекс мер, направленных на повышение водообеспеченности Волго-Ахтубинской поймы. Даны проектные предложения;
- уровни воды в р. Волге и Ахтубе при различных попусках воды через плотину Волжской ГЭС в основных створах выхода воды в пойму;
- получены отметки порогов водных объектов через которые вода из рек Волги и Ахтубы заходит в пойму и отметки воды в источнике при попуске 18000 м³/с;
- рассчитаны необходимые уровни воды в водных объектах, удовлетворяющие потребности водопотребителей Волго-Ахтубинской поймы;
- посчитаны объемы воды, необходимые для заполнения водных объектов ВАП;
- дана характеристика проектируемых гидротехнических сооружений. Объемы основных работ;
- выполнен расчет стоимости реализации мероприятий по повышению водообеспеченности Волго-Ахтубинской поймы;
- разработан план реализации комплекса мер, направленных на повышение водообеспеченности Волго-Ахтубинской поймы и предложения по их реализации;
- сформулирован порядок дальнейшего проектирования и строительства (реконструкции) объектов, обеспечивающих достижение положительных социальных и экологических результатов;
- разработаны рекомендации по очередности реализации предлагаемых мероприятий;
- обоснованы выводы о необходимости, технической возможности и социальной целесообразности инвестиций в строительство объектов обводнения с учетом их экологической и эксплуатационной безопасности.

Анализ основных результатов, полученных в ходе выполнения данной НИР свидетельствует о том, что они в целом соответствуют существующей нормативно-правовой базе, теоретическим основам организации и ведения мониторинга биоразнообразия водных экосистем, уровню научных исследований в этой сфере, а также основным позициям технического задания – задачам, ожидаемым результатам и требованиям к оформлению работы. Был осуществлен сбор и анализ имеющейся информации о состоянии водных биоресурсов природных и природно-антропогенных экосистем Волго-Ахтубинской поймы. Детально проанализированы правовая база в сфере экологического мониторинга, а также методологические подходы к организации системы режимных наблюдений. Во время полевых работ проведены визуальные обследования ериков и озер, обследованы существующие гидротехнические сооружения; выявлено их влияние на затопляемость поймы в маловодные годы. Получены материалы современного

состояния влагозарядки поймы, обеспечения водой рыбного, сельского хозяйства, водоснабжения населения, защиты населенных пунктов от затопления и подтопления в период прохождения весеннего половодья. Важнейшим этапом работы было проведение комплексных исследований на модельных объектах (пойменные озера, находящиеся на разных стадиях лимногенеза), в ходе которых были апробированы разные методы сбора и обработки информации, проведена оценка состояния водных биоресурсов и изучены пространственно-временные закономерности изменения их состояния.

На основании полученных результатов были разработаны практические рекомендации, направленные на улучшение водного режима ериков и озер поймы; определены затраты на реализацию предлагаемых мероприятий и даны рекомендации по очередности их осуществления. Сделан вывод о том, что острота экологических проблемы, связанных с зарегулированием речного стока диктуют настоятельную необходимость организации единой межведомственной межрегиональной системы экологического мониторинга ВАП, что позволит устранить ведомственную разобщенность и противоречивость сведений о состоянии ключевых природных и природно-хозяйственных экосистем ВАП и, тем самым, сформировать адекватную информационную основу для разработки практических рекомендаций по экологизации режимов попусков через Волгоградский гидроузел и эффективному управлению природными комплексами ВАП. Учитывая темпы преобразования природной среды, с каждым упущенным годом уменьшаются шансы выявить исходные базовые параметры состояния природных экосистем и их отдельных компонентов.

К числу важнейших первоочередных задач, которые должны быть решены уже на начальном этапе работ по созданию системы режимных комплексных наблюдений ВАП, относятся:

- интеграция, обобщение и детальный анализ всей исходной информации о состоянии природных и природно-хозяйственных экосистем ВАП;
- разработка, согласование и утверждение методических подходов, регламента и процедуры сбора, представления и обработки мониторинговой информации в рамках единой комплексной программы, согласованной и утвержденной в установленном порядке;
- выбор базовых показателей, позволяющих оценить природные комплексы и объекты ВАП оптимальным образом, а также способов интерпретации и представления получаемых результатов;
- создание на основе современных информационных технологий интегрированной информационно-аналитической системы, позволяющей не только хранить данные, но и оперативно использовать их для обобщений, оценок, прогнозирования, принятия управленческих решений;
- объединение в рамках ведения мониторинга ВАП процессов учета, мониторинга, оценки состояния природных комплексов и объектов;

- создание эффективной организационной структуры и распределение функций по созданию системы мониторинга между потенциальными участниками работ на основе взвешенного анализа опыта и возможностей каждого из участников;
- законодательное решение всех процедурных вопросов, связанных с созданием и ведением экологического мониторинга ВАП;
- проведение оценки состояния ключевых объектов в пределах ВАП в соответствии с единой программой и методикой исследований;
- разработка системы отношений между субъектами ведения экологического мониторинга в условиях слабо проработанной нормативно-правовой базы.

Основным инструментом решения данного комплекса задач и конкретных мероприятий должна стать комплексная программа экологического мониторинга ВАП, работа над которой была начата в рамках настоящего исследования. Только на основе этой программы (при условии выполнения всего комплекса программных мероприятий и приоритетных задач, изложенных выше) можно обеспечить эффективную информационную и инструментальную поддержку принятия управленческих решений.

Материалы НИР используются при проведении проектных работ и составлении «Схемы повышения водообеспеченности Волго-Ахтубинской поймы», организации и проведении мониторинговых исследований, а также при планировании капитальных вложений на осуществление мероприятий по повышению водообеспеченности ВАП.

Безусловно выполненная работа не лишена недостатков, главный из которых – отсутствие единой концепции в проведении мониторинговых исследований и, связанная с этим некоторая неоднородность полученных научных данных и их различная полнота, что впрочем, вполне объяснимо, так как мы имеем дело с результатами первого подобного комплексного научного исследования, аналогов которому, пожалуй за весь период зарегулированного стока реки Волги, еще не было.

Литература

1. Отчет по теме «Исследование формирования речного стока Волго-Ахтубинской поймы с целью дополнительного обводнения» Часть 1. «Исследование формирования речного стока Волго-Ахтубинской поймы с целью дополнительного обводнения. Часть 2. Комплексная оценка и мониторинг состояния водных биоресурсов и природных объектов, нуждающихся в особых мерах охраны. – Волгоград, 2008.

2. Мажбиц, Г. Л. Изменение положения кривой связи расходов и уровня воды и русловые процессы в нижнем бьефе Волжской ГЭС / Г. Л. Мажбиц, Е. П. Буланов // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 3–5 октября 2007 г. – Астрахань, 2008. – С. 232–240.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА ВОДЫ В СИСТЕМЕ РУКАВА КАМЫЗЯК

Л. Г. Синенко Л. Г. Гурболикова

*Астраханский областной центр по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды, г. Астрахань (Россия)*

Выполненные исследования по распределению и перераспределению стока воды в системе рукава Камызяк за период инструментальных наблюдений, позволяют сделать определенные выводы:

Первые сведения о стоке в истоке рукава Камызяк относятся к 1846г., по водотокам верхней части системы рукава к 1890г., наиболее обширные исследования стока проводились в 1953, 1959, 1985, 1989, 1990 гг. (гидрометслужба), в 1961 г. (институт «Гидропроекта» им. С. Я. Жука), в 1965 и 2000 гг. (АО «Союзморниипроекта»). В отдельные годы на ограниченном числе створов сток воды исследовали АО «Гидрорыбпроекта» и Астраханский ТИЗИС. Таким образом, данных наблюдений, данных наблюдений достаточно для надежной количественной оценки распределения и перераспределения стока воды в системе рукава Камызяк, за исключением нижней части системы, где крайне желательно провести измерения расходов воды по всему размаху колебаний уровня воды. Для сохранения преемственности наблюдений измерения расходов необходимо выполнить на ранее открытых гидростворах. Для более полного решения поставленных вопросов целесообразно попутно измерять и расходы взвешенных наносов.

Для исследований распределения и перераспределения стока воды использован традиционный метод (гидрометрический).

В систему рукава Камызяк, помимо истокового поступления водных масс, вносят свои воды протоки системы Болды и Старой Волги. В целом из Старой Волги вносится в 1–34 больше воды, чем из системы Болды. Вместе с тем система Камызяк отдает часть своих вод системе Болды; отток вод превышает приточность. При расходе воды в вершине устьевой области 20000 куб. м/с и более, система Камызяка в целом больше принимает воды, чем отдает.

По длине основных магистральных водотоков системы (Камызяк, Никитинский банк) происходит существенное изменение как абсолютного, так и относительного стока воды. Расчеты показывают, что меньшая изменчивость стока по длине отмечается в межень; это достигается за счет меньшей отточности стока по протокам, отделяющихся от магистральных водотоков. Разница в распределении стока воды по длине в период подъема и спада половодья в целом незначительна и не превышает 1–4 %.

5. В перераспределении стока воды за последние 150 лет между основными рукавами западной части дельты Бахтемира, Старой Волги и Ка-

мызяка выделяются четыре периода, характеризующихся различной тенденцией изменчивости стока воды. Наиболее резкая изменчивость стока воды. Наиболее резкая изменчивость перераспределения стока зафиксирована в 1846–1942 гг.

В целом за период инструментальных наблюдений прослеживается тенденция увеличения долевого стока Бахтемир, как в межень, так и в половодье. В течении 1943-1990гг. наблюдалось медленное уменьшение стока Старой Волги на фоне увеличения долевого стока Камызяка в 1943–1947 гг. и его практического постоянства в период до 1990 г. Последнее десятилетие прошлого века характеризуется стабилизацией долевого стока Старая Волга и его уменьшением в истоке Камызяка.

За последние 100 лет перераспределение стока воды в системе рукава Камызяк носило различный характер. До 1990 г. наблюдалась устойчивая тенденция уменьшения абсолютного стока водотоков Табола, Поперечный, Кал, Калиновка, Кашкалдак, Уваровская, Малая Бакланья, Карaulьная, Николаевская, Обуховская, Кулагинский банк, Моряный, Белужья; для Камызяка, Чагана, Большой Бакланьей, Никитинского банка, Жиротопки, Рытого банка отмечалась тенденция увеличения стока; для Бакланьей однонаправленного изменения абсолютного стока не обнаружено.

Многие мелкие водотоки (Застенка, Яков Абрамов, Сухая Табола, Двухбратинский) в настоящее время в пропуске вод не участвуют.

Исследование перераспределения долевого стока воды в наиболее крупных узлах деления показало, что ни в водном узле не наблюдается водотока со стабильным долевым стоком. В узле деления Камызяк – Табола прослеживается перераспределение стока в пользу Камызяка, хотя наблюдения 2000 г. указывают на замедление этого процесса, что, на наш взгляд, вызвано уменьшением абсолютного стока на вышележащем участке Камызяка.

Во всех остальных исследуемых узлах деления обнаружено более интенсивное перераспределение относительного стока воды.

В последнее десятилетие прослеживается уменьшение долевого стока по основным магистральным водотокам на фоне увеличения доли стока некоторых ответвляющихся водотоков.

ВОДОПРИЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОТЛОВИН ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЕЙ

Л. Г. Синенко

*Астраханский областной центр по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды, г. Астрахань (Россия)*

Исследование данного вопроса имеет важное практическое значение, так как дает представление о возможности ильменных котловин и русел водотоков принять тот или другой объем воды в зависимости от изменчивости гидролого-морфологических характеристик водных объектов.

С. С. Байдин [1, с. 225] выделяет три понятия заполнения ильменей: 1) теоретическое или идеальное, которое не учитывает гидролого-морфологические характеристики и их пространственно-временную изменчивость, т.е. принимаются условия мгновенного заполнения исследуемого района; 2) возможное заполнение, предусматривающее наличие совершенной водоподводящей сети, способной в кратчайшие сроки заполнить котловины и русла; 3) действительное или фактическое заполнение при существующей пропускной способности водотоков.

Используя установленные зависимости между объемами идеального заполнения ($W_{ид}$), возможного заполнения ($W_{в}$), современными объемами действительного заполнения ($W_{д}$) с отметками уровней воды у г. Астрахани, рассмотрим количественную интерпретацию полученных результатов, заключающуюся в определении дополнительного объема воды, способного в настоящее время поступить в западные ильмени при условии наличия более совершенной водоподводящей сети. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Объемы заполнения водой котловин западных ильменей

Уровень воды у Астрахани, мБС	Идеальное заполнение, $W_{ид}$ км ³	Возможное заполнение, $W_{в}$		Действительное заполнение, $W_{д}$			Возможное дополнительное поступление воды, км ³	
		км ³	в % от $W_{ид}$	км ³	в % от $W_{ид}$	в % от $W_{в}$	$\Delta W = W_{ид} - W_{д}$	$\Delta W = W_{в} - W_{д}$
-23.50	1.60	0.70	43.8	0.50	31.3	71.4	1.10	0.20
-23.25	3.10	1.40	45.2	1.00	32.3	71.4	2.10	0.40
-22.80	4.95	2.10	42.4	1.50	30.2	71.4	3.45	0.60
-22.45	5.80	2.75	47.4	2.00	34.5	72.7	3.80	0.75
-22.15	6.50	3.40	52.3	2.50	38.4	73.5	4.00	0.90
-21.90	7.10	3.95	55.6	3.00	42.3	75.9	4.10	0.95
-21.55	7.70	4.45	57.8	3.50	45.5	78.7	4.20	0.95
-21.25	8.30	4.80	57.8	4.00	48.2	83.3	4.30	0.80

-21.00	8.60	5.10	59.3	4.50	52.3	88.2	4.10	0.60
-20.70	9.10	5.45	59.9	5.00	54.9	91.7	4.10	0.45
-20.45	9.45	5.80	61.4	5.50	58.2	94.8	3.95	0.30
-20.15	9.80	6.10	62.2	6.00	61.2	98.4	3.80	0.10
-20.00	10.1	6.50	64.4	6.50	64.4	100	3.60	0.00

Следует считать возможным, что за многолетний период (с момента расчета идеального и возможного заполнения и по настоящее время 1937–2012 гг.) изменились гидролого-морфологические характеристики водных объектов на территории западных ильменей. Проверка вероятности возможного изменения показала, что за указанный период осадконакопление за счет осаждения взвешенных наносов и эоловых наносов достигло 8,7 мм; причем доля осажденных взвешенных наносов в целом превышает эоловую составляющую, хотя в период зарегулированного стока произошло увеличение долевого участия эоловых наносов на 6 %. Такая величина осадконакопления не могла серьезно повлиять на объем ильменных котловин и русел водотоков, могущих принять определенный объем воды.

Выполненные расчеты дают основание считать, что наиболее интенсивное заполнение западных ильменей начинается с отметки уровня –23,50 мБС; по мере роста уровня воды объемы действительного заполнения постепенно приближаются к объемам возможного заполнения ильменей. Установлено, что фактический объем заполнения в современных условиях может достичь значения возможного заполнения при отметке уровня воды – 20 мБС; за период инструментальных наблюдений такого уровня воды у г. Астрахани не наблюдалось (максимальных значений – 20,83 мБС уровень воды достиг в 1926 г. или уровня воды 1 % обеспеченности в условиях зарегулированного стока Волги).

В настоящее время условия действительного заполнения ильменей, по отношению к концу 30-х годов прошлого столетия, заметно ухудшилось. Причиной этому являлось уменьшение суммарных площадей поперечного сечения русел водотоков, питающих западные ильмени (в 2–2,5 раза), также суммарной ширины русел (в 1,5–2,0 раза), а также проведение различных хозяйственных мероприятий (строительство дорог, мостов, возведение дамб, перемычек и др.).

Общим выводом выполненных расчетов необходимо считать производство мелиоративных работ на территории западных ильменей с целью улучшения поступления стока воды, т.е. максимально приблизить действительный объем к возможному объему воды.

Литература

1. Байдин, С. С. Сток и уровни дельты Волги / С. С. Байдин. – М., 1962. – 225 с.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л. Г. Синенко, Л. Г. Гурболикова

*Астраханский областной центр по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды, г. Астрахань (Россия)*

Более полувека назад известный гидролог-устьевик С. С. Байдин, на основе имеющихся материалов гидрологических наблюдений, дал качественный прогноз будущего состояния водных объектов рассматриваемого района в период зарегулирования стока Волги. Характеристика прогноза следующая – «по существу, район западных подстепных ильменей в летний период может превратиться в безводную солончаковую полупустыню» [2, с. 115]. К сожалению, данный прогноз частично оправдался, особенно для южной и западной части территории ильменей.

Для Нижней Волги, объектом, определяющим многие гидрологические характеристики водотоков, водоемов, устьевой области (в том числе и территории западных ильменей), является Волгоградская ГЭС. В зависимости от величины сбросов воды в нижний бьеф ГЭС формируется определенный гидрологический режим водных объектов Нижней Волги. Влияние регулирования стока Волги Волгоградской ГЭС на гидрологический режим западных подстепных ильменей проявляется в следующем: 1) изменились сроки прохождения половодья; 2) образовалась «посадка» уровней воды рукава Бахтемир; 3) произошла срезка паводковых осенних повышенных уровней воды; 4) заметно повысились зимние уровни воды; 5) начали проявляться заторные явления; 6) уменьшилась мутность воды и, как следствие, активизировались эрозионные процессы в руслах некоторых протоков.

Зарегулирование стока Волги обусловило, в первую очередь, существенные изменения всех характеристик весенне-летнего половодья – главного природного фактора, в значительной степени определяющего состояние и развитие как дельты Волги в целом, так и отдельных ее частей, в том числе и западных подстепных ильменей. Резко изменились сроки начала, пика и окончания половодья (таблица 1); произошло уменьшение продолжительности отдельных фаз и половодья в целом (таблица 2).

Таблица 1

Изменение сроков наступления, пика и окончания половодья
на пр. Хурдун у с. Икрыное

Период	Характеристика	Дата		
		подъема половодья	пика половодья	спада половодья
1933– 1955	средняя	16.04	14.06	08.08
	ранняя	28.03 (1951)	23.05 (1937)	08.06 (1937)
	поздняя	03.05 (1952)	03.07 (1941)	20.09 (1946)
1962– 1988	средняя	27.04	30.05	10.07
	ранняя	13.04 (1970)	09.05 (1983)	03.06 (1975)
	поздняя	09.05 (1987)	24.06 (1974)	24.08 (1974)

Таблица 2

Изменение продолжительности половодья на пр. Хурдун у с. Икрыное

Период	Характеристика	Продолжительность, дни		
		подъема половодья	спада половодья	половодья
1933– 1955	средняя	55	55	113
	макс.	69 (1941)	94 (1946)	154 (1946)
	мин.	47 (1954)	22 (1937)	70 (1937)
1962– 1988	средняя	34	39	76
	макс.	58 (1974)	61 (1974)	123 (1974)
	мин.	22 (1983)	17 (1975)	33 (1975)

Претерпели изменения и расходные характеристики половодья. В естественный период в вершине дельты (гидроствор Верхнее Лебяжье) средний многолетний расход воды на начало половодья составлял 4120 м³/с; в зарегулируемых условиях он увеличился на 32 %. Средний расход воды на пике половодья заметно уменьшился от 25 200 (1942–1955 гг.) до 21 000 (1962–1984 гг.) м³/с. Уменьшились расходы воды и в конце спада половодья; величина изменчивости в среднем составила – 720 м³/с [5, с. 55].

Значительные изменения произошли во времени добегания пика половодья в различных районах территории западных ильменей. Так, например, максимальный уровень воды ильм. Фарпус у с. Басы (1914–1922 гг.) наступал на 1–7 дней позже, чем на р. Волге у г. Астрахань, а в 2005 г. время добегания волны половодья составило 14 дней. Претерпела изменения и интенсивность роста и спада уровней воды в период половодья [6, с. 459].

Заметное воздействие на уровенный режим западных ильменей оказали многолетние русловые деформации в рукаве Бахтемир; одной из причин их активизации явилось резкое уменьшение мутности воды. Русловые съемки, выполненные в период 1925–2008 гг., дают основание считать, что в результате преобладающих процессов размыва русла Бахтемира со сред-

ней скоростью 0,2–0,4 м/год не исключалась возможность «посадки» уровней воды. Расчеты полностью подтвердили высказанное предположение; при одинаковых уровнях воды в вершине дельты эрозионные процессы способствовали уменьшению средних годовых уровней воды рукава Бахтемир у с. Икрыное на 26 см, у с. Оля на 28 см.

Водохозяйственная деятельность в дельте Волги до 1955 г. не могла стать основным фактором ухудшения гидрологических условий западных ильменей. Последующие хозяйственные мероприятия по-разному сказались на состоянии уровня режима западных ильменей. Оценка влияния указанных мероприятий на изменчивость уровней воды проточного ильменя Большой Карабулак выполнена на основе анализа интегральной кривой средних годовых уровней воды, построенной по данным за 1955–1987 гг. Установлено, что точки перелома кривой приурочены к 1959, 1965, 1973, 1977 гг., т. е. к тем годам, когда начались крупные водохозяйственные мероприятия: зарегулирование стока Волги, сооружение обводнительно-оросительных систем; реконструкция и строительство дорог и мостов; начало сооружения Волжского вододелителя и пробная его эксплуатация. Следует обратить внимание на весьма важную хронологическую особенность в вопросе влияния хозяйственных мероприятий на уровень режим западных ильменей – наиболее значимые из них начали осуществляться через примерно одинаковые промежутки времени. Такое последовательное и нарастающее воздействие хозяйственных мероприятий оказало решающую роль в коренном изменении уровня режима западных ильменей. По продолжительности воздействия главным является зарегулирование стока Волги, которое, впоследствии, получило усиление за счет других водохозяйственных мероприятий. Ориентировочно доленое участие основных хозяйственных мероприятий в снижении среднего годового уровня воды ильм. Большой Карабулак по состоянию на 1980 г. можно оценить следующим образом: зарегулирование стока Волги – 22 %; мероприятия, проводимые на территории ильменей – 18 %; строительство плотины вододелителя – 60 %.

Анализ исследований естественного уровня режима западных подступных ильменей, выполненных многими специалистами, показал, что он характеризует своеобразием и различием в отдельных частях района ильменей, как в пространственном, так и во временном отношениях [1–4]. Было выделено четыре типа водных объектов, обладающих отличительными характеристиками уровня режима: 1) хорошо проточные водотоки и ильмени, уровень режим которых определяется водным стоком Волги и Бахтемира; 2) полупроточные водотоки и ильмени, зависящие в отношении уровня режима от приточности паводочных вод и прекращения их поступления; 3) непроточные ильмени и озера, где величина и характер колебаний уровней воды определяются воздействием ряда гидрометеорологических и гидрогеологических факторов; 4) водные объекты

моряной зоны западных ильменей; на ее территории в формировании уровня режима принимали участие две составляющие – водный сток и сгонно-нагонные явления.

В современных условиях формирования уровенных характеристик западных ильменей заметно усложнилось по причине появления новых воздействующих факторов, усилением ранее существующих факторов как природного, так и антропогенного происхождения. Поэтому, к выделенным четырем типам водных объектов, следует причислить и новые: 1) водные объекты, питание которых полностью зависит от механизированной подачи воды; таких водных объектов в настоящее время подавляющее большинство; 2) водные объекты, заполняемые самотечной водой в период подъема половодья; географически они располагаются на существующих водных трактах или вблизи их; 3) протоки и ильмени, имеющие знакопеременное течение в периоды подъема и спада половодья; 4) пресные ильмени, заполняемые самотечной половодной водой и прекращающие отток воды при определенных отметках земной поверхности; представителем такого типа водных объектов являются ильмени Галя (у с. Заречное) и Малая Коля (у с. Камышово); 5) ильменные котловины, заполняемые водой атмосферного происхождения; преимущественное их расположение – южная и западная части района ильменей; 6) водоемы, имеющие смешанный водного питания (за счет метеорологических и гидрогеологических факторов); 7) полностью обособившиеся в течение многих лет соленые озера с различной степенью минерализации их; уровенный режим полностью определяется воздействием метеорологических характеристик (осадки, влажность). Таким образом, наличие различных по степеням водного питания протоков, ильменей и озер, обуславливает формирование специфического уровенного режима, который, в любой конкретный год, может иметь свои особенности.

Литература

1. Байдин, С. С. Гидрология дельты Волги / С. С. Байдин, Ф. Н. Линберг, И. В. Самойлов. – Л., 1956. – 331 с.
2. Байдин, С. С. Гидрологический режим западных подстепных ильменей дельты Волги / С. С. Байдин // Труды ГОИН. – 1958. – Вып. 43. – С. 101–116.
3. Байдин, С. С. Водный баланс малых водоемов западных подстепных ильменей дельты Волги (на примере ильменя Пресного и соленого озера Тинаки) / С. С. Байдин // Труды ГОИН. – 1959. – Вып. 45. – С. 91–108.
4. Байдин, С. С. Сток и уровни дельты Волги / С. С. Байдин. – М., 1962. – 338 с.
5. Горелиц, О. В. Влияние водохозяйственных мероприятий на режим стока Волги и дельты / О. В. Горелиц // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. – 1990. – Т. 9. – С. 53–58.
6. Горелиц, О. В. Характеристика уровенного режима дельты Волги в период половодья / О. В. Горелиц // Водные ресурсы. – 1994. – Т. 21, № 4. – С. 457–462.

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

А. М. Пархоменко, Г. А. Утежанова
Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)

Водные проблемы реки Волги назрели уже давно. Строительство водохранилищ и нерациональное хозяйствование резко изменили естественный режим Волги и экологию нижнего Поволжья. В 2–3 раза увеличились, по сравнению с естественными условиями, расходы воды гидроузлов в осенне-зимний период. Резко сократились расходы и объем стока Волги во время весеннего половодья.

Исследуемые нами водоемы относятся к Восточной части дельты системы Бузана, которая является наиболее крупной русловой системой дельты Волги. На долю этой системы приходится почти половина площади всей дельты и половина всех ее вторичных водоемов. В пределах системы Бузана сток волжских вод распределяется по трем основным направлениям, среди которых второе место по продуктивности и рыбохозяйственной значимости занимает: Бузан – Чурка – Лебяжье – Карайский канал.

Ведущим фактором в формировании численности пресноводных видов рыб, к которым относятся проходные рыбы (осетровые, сельдь-черноспинка), полупроходные (вобла, лещ, сазан, судак и др.) и речные (туводные) виды рыб (сом, щука, линь, окунь, густера и др.) является уровень их естественного воспроизводства. Величина пополнения молодью промыслового запаса рыб и в целом численности их популяции определяется сложным комплексом абиотических и биотических факторов, среди которых первостепенное значение имеет водность в весенне-летний период, количество мигрирующих на нерест производителей рыб и степень освоения ими нерестовых площадей. На все эти показатели на современном этапе большое влияние оказывают как природные, так и антропогенные факторы.

К основным антропогенным факторам относится сток воды в половодье и в межень период, который резко отличается от естественного. Сокращение объемов и сроков весеннего стока приводит к выводу из эксплуатации значительной части нерестовых площадей. Мелкие водотоки, по которым вода поступает на нерестилища, из-за малого расхода воды не промываются, мелеют и зарастают жесткой растительностью. Кроме того, скачкообразное сбрасывание воды в нижний бьеф Волгоградским гидроузлом оказывает резкое отрицательное влияние на ход естественного воспроизводства промысловых рыб. Происходит осушение нерестовых участков с уже отложенной и развивающейся икрой. Особенно это заметно в маловодные 2010–2011 годы, когда до 70–85 % отложенной на субстрат

икры обсохло и оказалось мертвой, что крайне отрицательно сказалось на продуктивности дельты Волги. А ведь хозяйство Астраханской области было исторически ориентировано на добычу рыбы и ее переработку.

Рыба, являясь весьма ценным продуктом питания населения, приобретает все большее значение в жизни человека. Высокая пищевая ценность и вкусовые особенности рыбы определили ее большое значение в нашем питании.

Основными промысловыми видами рыб Восточной части дельты являются сазан, вобла, лещ, судак, сом, щука. В последние годы значительную часть уловов составляет карась (до 20 %).

Формирование запасов полупроходных и речных видов рыб Волго-Каспийского района начинается в период их размножения и нагула молоди на нерестовых угодьях дельты реки Волги. Изменение условий и эффективности воспроизводства рыб определяет динамику численности молоди в дельте, а впоследствии запасы промысловых рыб в Северном Каспии.

Подавляющее число полупроходных (вобла, лещ, сазан) и туводных (красноперка, густера, карась, синец и др.) рыб Восточной части дельты Волги размножаются во временно затопливаемых пойменных водоемах.

Однако, в связи с усовершенствованием методов и орудий лова, с ухудшением экологического состояния многих водоемов и процветающим браконьерством рыбные запасы значительно уменьшились и продолжают уменьшаться.

В связи с этим рыбу необходимо не только охранять, но и заботиться о ее воспроизводстве. Сегодня у нас существует Государственная инспекция по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства, которая устанавливает определенные ограничения добычи рыбы. Кроме того, она ведет борьбу с браконьерством. Нерестилища рыб объявлены заповедными зонами, проводятся работы по спасению молоди рыбы и переселению нерестовых площадей в их среду обитания.

Изменения уровня режима в водоемах, вызванные реконструкцией стока на всех участках речной системы, низкие и поздние паводки, колебания уровня воды во время размножения рыб с весенне-летними сроками размножения приводят к приостановке нереста. Эффективность воспроизводства промысловых рыб определяется величиной нерестовых площадей и режимом их обводнения.

На территории Володарского района действует 7 нерестовых массивов, общей площадью 53,2 га и протяженностью подводящих каналов и водотоков к ним около 800 км.

В последние 5 лет в связи с уменьшением объема стока в исследуемых нами водотоках наблюдалось резкое снижение уровней воды, практически до отрицательных отметок. Водотоки, по которым осуществляется обводнение нерестилищ, настолько обмелели, что даже в период половодья глубина воды в них не превышает 0,5 м. Естественно, что в таких условиях нерестилища района заливаются не полностью. Особенно это за-

метно было в 2010 и 2011 годах, когда площадь обводнения нерестовых массивов не превышала 40–50 %. Большое влияние на ход нереста оказали в эти года сроки залития и продолжительность половодья.

Задержка залития нерестовых угодий в условиях неудовлетворительной водности приводила к скоплению производителей на ограниченных участках полоев и к единовременному нересту рыб с разной экологией. Это привело к повышению пищевой конкуренции личинок и снижению выживания молоди.

Отрицательное влияние на выживание молоди оказывает ранее поступление проточности полоев. В последние 5 лет скорости спада полых вод увеличились в 2 раза, и выклев личинок, как правило, совпал с наступлением проточности полоев. Массовый вынос личинок в водотоки дельты на ранних стадиях онтогенеза вследствие их нежизнестойкости в речных условиях приводил к снижению продуктивности нерестовых угодий. В маловодные 2010–2011 годы длительность нагула снизилась до 13–20 суток, а в экстремально маловодные 1975–76, 2006 гг. до 9–7 суток, что обуславливало скат в реку молоди на ранних личиночных стадиях развития и массовую гибель ее в остаточных водоемах.

По данным КАСПНирха и ФГБУ «Управление вододелителя и нерестилищ» урожайность воблы, леща и сазана на нерестилищах в 2010–2011 гг. сократилась более чем в 10–50 раз по сравнению с многоводными годами.

Большое влияние на воспроизводство рыб оказывает качество воды, которое в районе связано в основном с хозяйственной деятельностью. Примером негативного воздействия на водные объекты хозяйственной деятельности являются исследованные нами малые водотоки Восточной части дельты Волги. Мною произведено гидрохимическое обследование р. Чурка, протоки Чапурка и ер. Макарка и Дунайка. Результаты исследований приведены в таблице 1, анализы которых свидетельствуют о том, что экологическое состояние экосистем этих водотоков и качество вод в них целиком и полностью зависят от степени развития русла, степени их прочности и интенсивности сброса вод с сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм.

Река Чурка является полноводным потоком, соединяющим р. Бузан с р. Бушма. Она в течение всего года и имеет значительные скорости течения и поэтому вода в ней практически по всем показателям приближается к предельно-допустимым нормам, за исключением окисляемости. Протоки Чапурка и Макарка бывают полноводными лишь в период весеннего половодья. В период летней межени они резко мелеют, а Макарка даже пересыхает на некоторых участках. Эти два водотока сильно заилены (толщина слоя ила превышает 1,2 м) и в них интенсивно развивается подводная растительность практически по всей водной поверхности (до 60–80 % площади живого сечения). Берега и прибрежная акватория покрыты густыми зарослями тростника и стрелолиста.

Таблица 1

Химические показатели воды исследуемых водотоков в 2010 году

Показатели, единицы измерения	ПДК*	Водотоки			
		Чурка	Чапуркин	Макарка	Менсуров
температура воды, °С		14,2/11,0	14,5/11,8	15,0/11,6	15,0/10,7
растворенный кислород, мг/л	5–6	7,75/6,85	6,95/5,73	7,0/4,92	6,25/4,18
реакция среды, рН	6,5–7,5	7,0/6,5	6,5/6,0	6,5/5,5	6,5/5,5
свободная углекислота, мг/л	10–15	10,5/15,6	12,3/21,3	14,9/30,2	14,3/26,7
гидрокарбонаты, мг/л	100–130	110,3/104,4	109,0/102,2	107,0/96,2	101/83,4
азот аммонийный, мг/л	0,05–0,1	0,08/0,12	0,12/0,83	0,18/1,14	0,16/0,94
нитриты, мг/л	0,01–0,02	0,01/0,03	0,03/0,11	0,05/0,16	0,04/0,13
фосфаты, мг/л	0,5	0,01/0,04	0,04/0,35	0,04/0,47	0,04/0,04
хлориды, мг/л	10–12	28,2/30,3	28,0/46,7	30/90,8	32/147,5
сульфаты, мг/л	до 50	27,7/36,4	29,0/165,5	28,5/186,2	30/252
окисляемость, мгО/л	10–15	12,3/18,4	14,0/36,2	13,5/40,0	14/42,1
минерализация, г/л, ‰	0,1–1,0	0,27/0,32	0,28/0,67	0,28/0,93	0,3/1,18
сероводород, мг/л	0	-	+	+	+

Примечание: в числителе – весна; в знаменателе – осень

Современная экологическая обстановка в Восточной части дельты оставляет желать лучшего. По сравнению с 2010 г. в осенний период 2011 г (табл. 2) произошло более значительное загрязнение малых водотоков и водоемов.

Таблица 2

Химические показатели воды в 2011 году

Показатели, единицы измерения	Водотоки			
	Чурка	Чапуркин	Макарка	Менсуров
температура воды, °С	11,8/10,2	12,4/11,0	13,0/10,8	13,4/11,0
растворенный кислород, мг/л	7,89/6,66	6,27/5,79	5,18/4,33	5,34/4,02
реакция среды, рН	6,5/6,5	6,5/6,0	6,0/5,5	6,0/5,5
свободная углекислота, мг/л	11,0/18,4	18,7/28,9	18,9/38,4	19,8/30,5
гидрокарбонаты, мг/л	125,2/119,6	105,6/100,3	90,8/86,1	90,0/81,4
азот аммонийный, мг/л	0,12/0,20	0,28/1,31	0,34/1,75	0,18/0,97
нитриты, мг/л	0,01/0,03	0,05/0,14	0,11/0,21	0,07/0,18
фосфаты, мг/л	0,02/0,04	0,039/0,70	0,045/0,96	0,03/0,04
хлориды, мг/л	34,0/38,7	36,0/64,0	48,0/104,5	86,0/168,3
сульфаты, мг/л	23,5/39,5	36,8/210,8	48,1/234,0	56,0/304
окисляемость, мгО/л	15,2/21,3	20,3/41,2	24,6/47,4	19,0/46,3
минерализация, г/л, ‰	0,25/0,34	0,28/0,83	0,35/1,12	0,42/1,38
сероводород, мг/л	Отсутствует			

Примечание: в числителе – весна, в знаменателе – осень

По степени загрязненности на первом месте среди исследуемых водотоков находятся ер. Макарка, в котором отмечено значительное превышение аммонийного азота (0,34 – 2008 г. и 0,62 мг/л – 2009 г.), нитритов (0,11 и 0,26 мг/л), фосфатов (0,045 и 0,12 мг/л) и сульфатов (65 и 233 мг/л). В 1,5–2 раза меньше биогенных элементов отмечено в пр. Чапурка, но и в ней все показатели превышают ПДК в 1,2–3 раза

Указанные водотоки и водоемы потеряли свою рыбохозяйственную ценность. Если еще 20–30 лет назад через протоки Чурка и Макарка производители промысловых рыб (сазан, лещ, вобла, судак, щука и др.) проходили к нерестилищам, то в настоящее время в этих водотоках можно встретить лишь туводных рыб, основу которых составляют карась и линь. Даже окунь уходит из загрязненных водотоков.

Для восстановления качества вод исследуемых водных объектов необходимо проведение охранных мероприятий, среди которых особая роль принадлежит очистке их от ила, углублению русла и выкосу растительности.

Кроме этого необходимо усиление контроля природоохранных органов и общественности за сбросами вод с сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм в малые водотоки.

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТАЛЫХ ВОД

А. Т. Барабанов

*Всероссийский научно-исследовательский институт
агролесомелиорации Россельхозакадемии, г. Волгоград (Россия)*

В настоящее время проблема регулирования поверхностного стока, пропуска чрезвычайных паводков очень актуальна для нашей страны. Она затрагивает интересы многих отраслей народного хозяйства: сельского, водного, рыбного, коммунального, энергетики и др. Для ее решения необходимо знать объем стока, поступающего в водохранилища, особенно поверхностного в период половодья, т. е. нужен высокоточный и заблаговременный прогноз.

Сейчас в стране нет надежной методики прогноза поверхностного стока талых вод. Поэтому прогноз и управленческие решения, принимаемые на его основе, часто бывают ошибочными. Это приводит к нарушению режима стока Волги. Например, повышенный зимний сброс воды из водохранилищ, а в связи с этим малый период паводка весной на Нижней Волге нарушает режим обводнения поймы, условия нереста рыбы, судо-

ходства и др. Крупные ошибки в прогнозах могут привести к экологической катастрофе. В Волго-Ахтубинской пойме периодически устраиваются рукотворные экологические бедствия, особенно в последние маловодные годы. Наиболее бедственное положение создалось в 2006 году после того, как весной 2005 года из каскада водохранилищ было сброшено 136 км³ воды, а туда поступило ее очень мало. Ущерб от таких управленческих решений на основе ошибочных прогнозов составляет десятки (примерно 70–90) миллиардов рублей. Его несут энергетики (недополучение электроэнергии до 30–40 %), рыбное хозяйство (гибель рыбы, мальков и икры, а иногда рыба не нерестится, так как пойма не затопляется), сельское хозяйство (не хватает воды для орошения), коммунальное хозяйство (из колодцев уходит вода, водозаборные оголовки «качают» воздух), судоходство (суда садятся на мель). Такова цена ошибочных прогнозов. Таким образом экологическая ситуация в Волго-Ахтубинской пойме полностью зависит от стока со всего бассейна р. Волги.

При разработке прогноза по существующим методикам либо используется один фактор (снегозапасы), либо десятки факторов, Часто они рассматриваются каждый в отдельности без учета совокупности их влияния.

Б. А. Аполлов, Г. П. Калинин. В. Д. Комаров [1] предложили следующее выражение для определения стока рек за период половодья (Y) в зависимости от запасов воды в снеге (S) и водопоглотительной способности бассейна (P₀):

$$Y = S - P_0(1 - e^{S/P_0}). \quad (1)$$

Для рек степной и лесостепной зон Европейской территории ими была установлена зависимость параметра P₀ от глубины промерзания (L) и льдистости 0–100 см слоя почвы или влажности ее в мерзлом состоянии (W) и получена эмпирическая формула

$$P_0 = 750e^{-0,11w} e^{-0,051wl}. \quad (2)$$

Формула расчета P₀ показывает, что водопоглотительная способность почвы зависит от глубины ее промерзания, начиная с любой величины >0. Это не так.

В. В. Демидов [2] выявил связь стока (C) со снегозапасами (S), интенсивностью таяния снега (X), временем полного оттаивания мерзлого слоя почвы (r_x), параметром, характеризующим долю водонепроницаемого слоя почвы, приходящуюся на единичную высоту снежного покрова (K), суммой положительных температур за период стока (∑t) и продолжительностью снеготаяния (T). Она выражается уравнением

$$C = 3,23 \times 10^{-2} \times S^{0,85} \times X^{0,7} \times r^{0,58} \times K^{1,15} \times \sum t \times T^{0,25}. \quad (3)$$

В этом уравнении придается большое значение факторам, которые не играют существенной роли в формировании стока (интенсивность и продолжительность снеготаяния, время полного оттаивания мерзлого слоя поч-

вы, сумма положительных температур), малая роль отводится снегозапасам и совсем не учитываются увлажнение почвы и глубина ее промерзания.

Г. П. Сурмач, М. М. Ломакин, А. П. Шестакова [3] разработали уравнение прогноза коэффициентов стока ($K_{пр}$) в зависимости от глубины мерзлого слоя (H), его влажности (x), и снегозапасов ($P_{ос}$):

$$K_{пр} = (ax^n H - bx - cH + d) \times (1 + 0,0000055P_{ос}^2). \quad (4)$$

По этому уравнению получается, что чем больше глубина промерзания, тем больше сток. Это не так, на что указывается в работах [1, 4].

П. А. Шеппель [5] на основании математической обработки 25-летнего ряда наблюдений получил следующие уравнения расчета притока паводковых вод (W_p) к каскаду водохранилищ Волжско-Камского бассейна в зависимости от максимальных снегозапасов (h):

$$W_i = 14,7 \sqrt{h}, \hat{e}i^3 \quad (5)$$

$$W_i = 0,94h + 54, \hat{e}i^3 \quad (6)$$

Из этих уравнений видно, что поверхностный сток с бассейна Волги находится в прямой связи со снегозапасами, т. е. чем больше снега, тем больше сток.

В. Е. Водогретский, Э. А. Зайцева, Л. В. Елфимова [6] предлагают оценивать изменение поверхностной составляющей речного стока по зависимости коэффициента склонового весеннего стока (α) с показателем, характеризующим степень увлажненности почвы в метровом слое и промерзаемости почвогрунтов в период, предшествующий стоку (U_t), а также с уклоном склона (J) по уравнению

$$\alpha = f(U_t, J). \quad (7)$$

Показатель U_t рассчитывают путем умножения суммарных влагозапасов на сумму отрицательных значений температуры воздуха за период от начала устойчивого ее перехода через 0°C до 1 января. В этом уравнении, во-первых, не учтены снегозапасы, во-вторых, произведение влагозапасов на сумму отрицательных температур не свидетельствует об уровне водопроницаемости почв. Известно, что снег хорошо изолирует почву и ее состояние часто не связано с температурой воздуха. В-третьих, величина поверхностного стока талых вод практически не зависит от уклона.

Из приведенных выше уравнений можно сделать заключение, что сток в основном зависит от снегозапасов, хотя в этих уравнениях и учитывается водопоглотительная способность почвы через глубину промерзания и ее увлажнение, но, судя по коэффициентам, эти показатели либо играют незначительную роль или очень большую.

Таким образом, рассмотренные обобщения, анализ связи поверхностного стока талых вод с природными факторами и методы его прогнозирования не дают возможности однозначно сказать о роли тех или иных факторов в формировании стока, дать точный его прогноз и определить

пути воздействия на них с целью регулирования эрозионно-гидрологических процессов.

Во ВНИАЛМИ свыше 50 лет изучаются закономерности формирования поверхностного стока с целью его регулирования и разработки мероприятий по борьбе с эрозией почв. В результате получен большой материал, на основе которого разработана методика высокоточного (80–90 иногда до 100 %), заблаговременного (1,5–2 месяца) прогноза поверхностного стока талых вод (имеется патент № 2347222), которая позволяет без дополнительных затрат предотвратить этот ущерб. С этой целью автором [4]) были обобщены и проанализированы многолетние собственные и литературные данные, характеризующие связь слоя стока талых вод на зяби и уплотненной пашне (многолетние травы, озимые и др.) с природными факторами, сформулирован и апробирован **закон лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод**, значительно расширяющий знания об этом процессе и позволяющий делать высокоточный прогноз стока. Установлено, что важнейшими природными факторами стока являются снегозапасы, глубина промерзания и влажность почвы. Интенсивность и продолжительность снеготаяния, а также другие факторы на общую величину стока талых вод за период половодья практически не влияют. Суть закона заключается в том, что **при некотором (лимитирующем) значении одного из них сток не формируется независимо от уровня других**. Определены максимальные значения факторов, при которых сток не формируется. На юге Центрального района Нечерноземной зоны (ЦРНЗ), в Центрально-Черноземных областях (ЦЧО) и Поволжье, если почва талая или промерзла до глубины не более 50 см, стока не бывает независимо от уровня ее увлажнения и снегозапасов. Дальнейшее увеличение глубины промерзания почвы выше лимитирующего уровня не влияет на величину стока, т. е. при любой глубине промерзания выше лимитирующей он формируется одинаковый при одинаковых уровнях других факторов. Решающее влияние на него в этом случае оказывают влагозапасы в почве и снеге. При увлажнении верхнего (0–50 см) слоя почвы до уровня менее 120–130 мм на юге ЦРНЗ и 70–95 мм в Нижнем Поволжье сток не формируется независимо от глубины промерзания почвы и снегозапасов, т. е. в данном случае лимитирующим фактором является увлажнение почвы. При запасах воды в снеге меньше объема микрорельефа пашни сток также не формируется. Алгоритм прогноза стока приведен в табл. 1.

Таблица 1

Алгоритм прогноза поверхностного стока талых вод
в зависимости от уровня природных факторов

Уровень факторов			Характер формирования стока
глубина промерзания почвы, см	запасы воды в почве (слой 0–50 см), мм	снегозапасы, мм	
Менее 50	Любой	Любой	Сток не формируется
Более 50	Менее 70–120 (по зонам)	Любой	Сток не формируется
Более 50	Более 70–120 (по зонам)	Меньше объема микрорельефа	Сток не формируется
Более 50	Более 70–120 (по зонам)	Больше объема микрорельефа	Сток формируется, величина его зависит от уровня запасов воды в снеге и почве и рассчитывается по уравнению

Количественная оценка влияния на сток увлажнения почвы и снегозапасов при уровнях факторов выше лимитирующих приведена в табл. 2.

Таблица 2

Уравнения связи слоя стока талых вод на зяби Y_3 и уплотненной пашни Y_2 с запасами воды W_n в слое почвы 0–50 см и снегозапасами W_c перед снеготаянием, мм

Область, почва	Уравнения связи стока с природными факторами		Множественные коэффициенты корреляции		Ошибки уравнений, мм	
	зябрь	уголья с уплотненной почвой	зябрь	уголья с уплотненной почвой	зябрь	уголья с уплотненной почвой
Орловская, серая лесная	$Y_3 = -65 + 0,95W_n + 0,38W_c$	$Y_n = -71 + 0,44W_n + 0,41W_c$	0,97	0,86	8,2	14,0
Курская*, серая лесная	$Y_3 = -57 + 0,34W_n + 0,26W_c$	нет данных	0,61	-	26,8	-
типичный чернозем	$Y_3 = -50 + 0,25W_n + 0,25W_c$	$Y_n = -16 + 0,71W_n + 0,41W_c$	0,92	0,74	4,5	16,0
Воронежская*, обыкновенный чернозем	$Y_3 = -40 + 0,19W_n + 0,38W_c$	$Y_n = -12 + 0,06W_n + 0,69W_c$	0,54	0,91	21,5	6,8

Самарская, обыкновенный чернозем	$Y_3 = -53 + 0,51W_n + 0,04W_c$	$Y_n = -24 + 0,17W_n + 0,40W_c$	0,48	0,92	8,4	7,0
Волгоградская, каштановая	$Y_3 = -27 + 0,38W_n + 0,29W_c$	$Y_n = -4 + 0,19W_n + 1,14W_c$	0,96	0,92	7,1	9,2
светло-каштановая	$Y_3 = -9 + 0,1W_n + 0,09W_c$	$Y_n = -12 + 0,17W_n + 0,16W_c$	0,64	0,84	5,6	8,7

Примечание: * – материалы наблюдений научно-исследовательской гидрометеорологической обсерватории Каменная степь. – Л. : Гидрометеоиздат, 1951–1986. – Вып. 1–23.

Установлено также, что верхний слой почвы в гидрологическом отношении является саморегулирующейся системой. Он способен поглотить и удержать определенное количество воды, максимальная величина которого в мерзлом состоянии может достигать полной влагоемкости верхнего слоя.

Дефицит влаги (разница между полной влагоемкостью $W_{пв}$ и фактическими влагозапасами $W_{ф}$) обуславливает величину водопоглощения. Слой стока Y зависит от дефицита влаги в почве ΔW и снегозапасов перед снеготаянием W_c . В общем виде уравнение можно записать так:

$$Y = W_c - (W_{пв} - W_{ф}) = W_c - \Delta W \quad (8)$$

Опираясь на выявленные закономерности и связи, был разработан метод прогноза стока с сельскохозяйственной территории. Для этого используется уравнение:

$$\hat{O} = \sum_1^i (\hat{O}_{ai} \cdot S_{ai}) / \sum_1^n S_{ai}, \quad (9)$$

где Y – слой стока с сельскохозяйственных угодий (мм), Y_{ai} – слой стока с i -того агрофона (зябь, уплотненная пашня, кормовые угодья гидрографической сети и т. д.), который определяется по уравнениям связи стока с природными факторами (мм), S_{ai} – соответственно площадь этих агрофонов.

Метод прогноза стока получил многолетнюю апробацию в разных природных зонах. Он позволяет с высокой точностью прогнозировать сток талых вод с сельскохозяйственных угодий.

Литература

1. Аполлов, Б. А. Курс гидрологических прогнозов / Б. А. Аполлов, Г. П. Калинин, В. Д. Комаров. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 420 с.
2. Демидов, В. В. Закономерности эрозии почв лесостепной зоны при снеготаянии как научная основа системы почвозащитных и природоохранных мероприятий : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В. В. Демидов. – М., 2000. – 47 с.
3. Сурмач, Г. П. Прогнозирование стока талых вод / Г. П. Сурмач, М. М. Ломакин, Л. П. Шестаков // Земледелие. – 1989. – № 4. – С. 29–31.

4. Барабанов, А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии / А. Т. Барабанов. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 1993. – 156 с.

5. Шеппель, П. А. Специальный весенний попуск паводковых вод Волги / П. А. Шеппель. – Волгоград : Нижне-Волжское изд-во, 1990. – 191 с.

6. Водогрецкий, В. Е. Склоновый сток и его изменение под влиянием агротехнических и лесомелиоративных мероприятий / В. Е. Водогрецкий, Э. А. Зайцева, Л. В. Елфинова // Тр. ГГИ. Вопросы влияния хозяйственной деятельности на водные ресурсы и водный режим. Вып. 206. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – С. 191–192.

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

С. Я. Семенов, С. М. Лихолетов, В. А. Малахов
Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий,
г. Волгоград (Россия)

Природные зоны территории Поволжья отличаются сильным разнообразием. В пределах Поволжья выделяют сравнительно приподнятое правобережье с Приволжской возвышенностью, и левобережье – т. н. Заповжье. Северная часть региона располагается в пределах лесной зоны, а юго-восточная – в зоне полупустынь. Большая же часть территории расположена в степной зоне. Значительную площадь Поволжья занимает долина Волги, переходящая на юге в Прикаспийскую низменность и особое место здесь занимает Волго-Ахтубинская пойма, сложенная речными наносами и весьма благоприятная для земледелия и рыбоводства.

Долина поймы по ширине на территории Волгоградской области 30 км и 400 км в длину. Почему в пойме стало меньше воды? Потому что на Волге и Каме создано 11 крупных водохранилищ, каждое из них аккумулятор воды, но регулировать уровень воды на них очень сложно. Все восемь гидростанций не могут принять какую-то часть половодья в этом году и сохранить его до следующего года. Это невозможно. Поэтому периодически возникают проблемы половодья или маловодья на разных участках огромной гидросистемы на Волге [2].

Волгоградское водохранилище имеет объем 31 кубический км – это полная максимальная емкость. А годовой объем стока Волги 255 кубометров воды! Как удержать, как перебросить? Мы можем на несколько дней поднять уровень водохранилища, но до определенной черты. Это 15,3 м над уровнем океана (это т. н. уровень мертвого объема). Выше его накапливать нельзя, может быть разрушение плотины ГЭС. Поэтому энергетики за этим строго следят и при этом им надо пускать воду на турбины, чтобы успеть дать максимальное количество электроэнергии.

Гидротехническое строительство, связанное с перераспределением стока, созданием водохранилищ с огромными запасами воды и значитель-

ными глубинами, затоплением пахотных угодий и лесов, оказывает влияние на природную среду непосредственно или косвенно. При этом воздействие на природную среду сказывается как сразу, так и по истечении многих лет. Особенно сильные изменения происходят у нас на глазах на территории Волго-Ахтубинской поймы.

Уровень воды в пойме неуклонно уменьшается с каждым годом. С такими темпами через пару десятков лет нам и нашим детям уже не видеть уникального природного парка [1]. Мы теряем естественную экосистему всей нижней Волги. В 1958 г. произошло торжественное перекрытие русла Волги гидросооружениями Сталинградской ГЭС. Это было последнее, нижнее звено, в цепочке плана Большой реконструкции реки Волги.

К водохранилищам нет однозначного отношения. С одной стороны, они нужны для социально-экономического развития региона, удовлетворения потребностей в воде, энергии, в борьбе с наводнениями и т. д., а с другой - оказывают отрицательное воздействие на природу и хозяйственную деятельность выше и ниже створа плотины.

Более сложны и взаимосвязаны вторичные проблемы, последствия которых проявляются через многие годы после завершения строительства, их во многих случаях трудно предсказать с достаточной научной обоснованностью. Многие из этих проблем так и останутся неразрешимыми в обозримом будущем.

Все восемь ГЭС на р. Волге построены с нарушением элементарных экологических условий. Когда их строили, об экологии просто не думали. Абсолютные потери земель в Поволжье оцениваются в 3,5–4,8 млн га. В лесостепных и степных районах содержание гумуса в почве уменьшилось на 50–60 %. От переформирования берегов потеряно 50–70 тыс. га земли. Ежегодно в Волгу поступает около 23 млрд кубических метров сточных вод, которые приносят 300 млн тонн взвешенных веществ. Строительство плотин привело к потере нерестилищ ценных рыбных пород, уменьшились запасы и объемы вылова.

Гидротехническое строительство без учета экологических последствий привело во многих случаях к невозвратимым природным процессам. С целью улучшения экологической обстановки в Волжском бассейне, восстановления и сохранения природной среды, обеспечения благоприятных условий для жизнедеятельности людей, правительство России приняло еще в 90-х годах федеральную программу «Возрождение Волги», с объемом финансирования 267,7 трлн руб. (в ценах 1994 г.). Программа была разбита на 3 этапа до 2010 года. К сожалению, мы вынуждены констатировать, что эта программа оказалась как всегда невыполненной.

Соблюдение современного законодательства по охране окружающей среды приводит к тому, что доля затрат на подготовку зон водохранилищ и на природные мероприятия от общей суммы затрат по гидроузлу составляет от 20 до 50 %, а по некоторым гидроузлам доходит до 70 %. Таким об-

разом, гидротехническое строительство породило много экологических проблем, оказывающих непосредственное влияние на природную среду, решение которых встречает огромные трудности как научного, так и финансового характера.

Волга с притоками, Волго-Ахтубинская пойма и Каспий вместе составляют единую Волго-Каспийскую экосистему. Общее функционирование этой экосистемы определяется главным критерием - гидрологическим режимом, который связан с работой ГЭС на Волге. Нужно признать, что мы не имеем возможности в настоящее время обеспечить нормальное функционирование всей этой системы, но можем хоть как-то оптимизировать отдельные ее части в условиях существования гидроэнергетического каскада в бассейне реки Волги.

В этом отношении особо внимание следует уделять поддержанию оптимального функционирования системы Волго-Ахтубинской поймы, природный комплекс которой пребывает в настоящее время в стадии деградации. Особенно острые проблемы для Волго-Ахтубинской поймы проявились в 2005–2010 гг. Так, весной 2006 г был крайне низкий паводок – всего 3 дня по 18 тыс.м³/сек вместо необходимых 15–18 дней по 26–28 тысяч кубов воды для нереста рыбы. Площадь нерестилищ составила всего 12 % от средних многолетних показателей. Причина (среди прочих) была и в том, что Росгидромет дал неверный прогноз: будет большая вода, а случилось наоборот – маловодье [4].

Гидрометеорологическая служба – это очень важное официальное мониторинговое ведомство. Оно дает сведения о климате (количестве снега и др.) Межведомственной оперативной группе в Москве, которая вырабатывает и спускает вниз на каждый из 8 гидроузлов график пропуска половодья. И энергетики не имеют права его нарушить. Но к сожалению, гидрометеослужба располагает очень слабыми техническими возможностями. Гидромет не имеет достаточного современного оборудования. Транспортных средств практически нет, чтобы выехать на замеры снега, на гидропостах сидят бабушки и дедушки (т. к. зарплата очень низкая), и они дают сведения о количестве снега, которое они могут измерить на ближайших дачных участках. Поэтому чаще всего идут вверх сведения завышенные, не надежные. Так, например, было в 2006 г, когда дали сведения о предполагаемом повышенном половодье. На самом деле было очень мало воды, т. к. сведения были недостоверные.

Чтобы выбрать правильные решения для сохранения поймы нужно учитывать физико-географические особенности региона. Например, в верхней части поймы русло реки Ахтубы расположено выше русла Волги по верхнему горизонту воды [4]. Такое геологическое строение обуславливает то, что верхняя часть Волго-Ахтубинской поймы заполняется в первую очередь из р. Ахтубы. И вода Волги начинает заходить в пойму, когда уровень ее поднимется на 1,5–2 м выше, чем в Ахтубе.

До сооружения Волжской ГЭС воды половодья вливались в пойму через многочисленные ерики (Старая Ахтуба, Бугай, Средняя Ахтуба и др.). В современных условиях, чтобы сохранить Волго-Ахтубинскую пойму нужно обеспечить ее достаточной водностью путем грамотного регулирования сброса воды через ГЭС и поднятием водного потока Ахтубы. Глобальные изменения в бассейне Волги в условиях существования плотин ГЭС конечно уже невозможны.

Однако есть предложение решить проблему обводнения поймы путем подачи воды в русло Ахтубы специальным водоводом в «затон» у плотины (бывший исток Ахтубы) непосредственно из водохранилища [4]. Сооружение водовода не потребует строительства специального водodelителя, т. к. им будет остров Зеленый и вода пойдет по бывшему руслу Ахтубы. В период максимума половодья воды Волги будут переливаться в реку Ахтубу. Этот проект, конечно, требует специальных расчетов и исследований, но он заслуживает внимания. При реализации его создается основа для регулирования подачи воды в реку Ахтуба и в пойму в любой период года и в нужном режиме.

После выполнения мероприятий по обводнению территорий поймы специальным водоводом по руслу реки Ахтубы следует ожидать более быстрого увеличения численности рыб за счет интенсивного воспроизводства и обеспечения нормального существования их во время зимовки. Восстановление зоопланктона и зообентоса поймы скажется положительно на состоянии осетровых, белорыбицы, сельди и других видах проходных рыб.

Для удовлетворения требований рыбного хозяйства нельзя начинать пропуск воды рано – оптимальным сроком является 15–18 апреля. Затем следует плавно доводить его до максимального сброса (около 28 тысяч куб м в сек) до 7–9 мая. Сохранять пик половодья не менее 10 суток (период инкубации икры основных видов рыб) и затем опять же плавное снижение пропуска до «рыбной полки» (около 17 тысяч м³/сек). Эта рыбная полка должна выдерживаться до июня. Этот режим половодья рекомендует ФГУ «Нижеволжрыбвод» [4], он наиболее близок к требованиям водных и наземных животных и соответствует климатическим процессам. Режим не идеальный, но в условиях сложившихся гидрологических условий из-за наличия ГЭС, он хоть как-то позволяет спасти пойму. Но даже эти требования очень трудно соблюсти в условиях несогласованности действий РАО ЕЭС и межведомственных комиссий.

Цена киловатт-часа на Волжской ГЭС – 5 коп. Продают же его энергетики за 1,5 рублей! Столь внушительная прибыль позволяет энергетикам в угоду корпоративных интересов безнаказанно губить живую природу и оставлять население без воды (40 тысяч постоянных жителей и много приезжих дачников).

Из-за крайне скудного водного режима Волго-Ахтубинской пойме в 2006 г нанесен ущерб в 1 млрд 130 млн рублей! [3]. И это только в преде-

лах Волгоградской области. Но последствия отражаются на всей Нижней Волге.

Необходимо проводить совместные совещания представителей Общественных палат Волгоградской и Астраханской областей и Республики Калмыкия (на их территориях располагается Пойма). Крайне важна квалифицированная независимая экспертиза состояния водных объектов поймы и сложившейся ситуации. Нужно просить Межведомственную комиссию давать воду в нормальном объеме минимум 2 недели в мае (а не в апреле, как было в прошлом году).

Необходимы закон «Об охране Волго-Ахтубинской поймы», выделение средств на разработку проекта модернизации водохозяйственной системы, на реконструкцию главного водозабора Каширинского водного тракта Поймы и строительство хотя бы двух плавучих насосных станций [3].

Некоторые специалисты предлагали для спасения поймы следующий проект – поднять уровень воды в водохранилище Чебоксарской ГЭС. Однако экологи Экологического парламента Волжского бассейна и Северного Каспия изучили этот проект [3] и отвергли его, т. к. в Республике Марий Эл будет подтопление их территорий. В решении проблемы водоемкости поймы многое зависит от РАО ЕЭС на Куйбышевской и Волжской ГЭС. Именно они регулируют накопленный объем весенней воды в верховьях Волги.

Другой насущный вопрос, связанный с существованием поймы – это определение границ природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Напомним, что Администрацией Волгоградской области утверждено Положение о природном парке «Волго-Ахтубинская пойма» (17.06.2010 г. № 917). Его цель – не допустить неупорядоченную хозяйственную деятельность в природном парке. К сожалению, появилась информация о подготовке постановления по отмене границ природного парка. В связи с этим, напоминаем, что природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» в 2010 году номинирован на международный статус биосферного резервата по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

Предложения:

1. Принять документ, обязывающий полномочные органы энергетического ведомства (РАО ЕЭС, Агенство по водным ресурсам России и др.) давать пойме ежегодно в период майского паводка сброс воды от ГЭС 26–28 тыс.м³/сек не менее 15–18 дней для реально достаточного наполнения водных объектов поймы и полноценного нереста рыбы.

2. В условиях работы гидроэлектростанций подача воды непосредственно в русло реки Ахтубы в самом ее начале у плотины ГЭС может в определенной мере решить проблему обводнения Волго-Ахтубинской поймы в тот или иной период года.

3. Никакие запреты на ограничение использования биоресурсов – вылова рыбы, раков, ни запреты на какую-либо другую деятельность и да-

же искусственное воспроизводство рыбы – не обеспечат устойчивое состояние экосистемы поймы, если не будет оптимального, как в количестве, так и во времени, поступления воды.

4. Учитывая исключительное значение Волго-Ахтубинской поймы и Дельты Волги для устойчивого развития Нижнего Поволжья, предлагаем не изменять границы регионального природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», а напротив, принять все необходимые меры по обеспечению его (парка) эффективного функционирования.

Литература

1. Волго-Ахтубинская пойма – природный дар человечеству / науч. редактор и сост. В. В. Малыченко. – Волгоград, 2006. – 472 с., ил.
2. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2011 году : доклад / ред. колл.: П. В. Вергун [и др.]. – Волгоград : СМОТРИ, 2012. – 352 с.
3. Котовец, В. А. Ударный экоцид на Нижней Волге [Электронный ресурс] / В. А. Котовец // Берегиня. – 2006. – № 10. – Режим доступа: <http://www.seu.ru/members/bereginya>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Яковлев, С. В. ФГУ «Нижеволжрыбвод». Особенности обводнения Волги [Электронный ресурс] / С. В. Яковлев. – Режим доступа: <http://www.mareka.ru/content/osobennosti>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВОДНОЙ ПОЛИТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. Б. Заолесская, Е. Г. Сангина

*Служба природопользования и охраны окружающей среды
Астраханской области, г. Астрахань (Россия)*

Астраханский край – уникальная природная зона, в которой сочетание водных и пустынных экосистем создает неповторимое видовое и генетическое биоразнообразие. Водно-болотные угодья (ВБУ) дельты Волги охраняются Рамсарской конвенцией. Это самое большое в Европе место обитания водоплавающих птиц. ВБУ выполняют глобальную биосферную функцию поглотителя парниковых газов. Каспийское море – единственный в мире водоем, в котором сохранилось естественное стадо осетровых, водится тюлень. Наш регион дает около 50 % уловов рыбы внутренних водоемов страны. Широко развито искусственное воспроизводство рыб на рыбободных заводах. Значительные экономические и социальные выгоды сулит региону разработка морских недр и развитие транспортного коридора «Север-Юг».

Обратной стороной благоприятных условий для социально-экономического развития территории являются экологические риски природного и техногенного характера. Изучение общественного мнения, ана-

лиз обращений граждан и консультаций с научными учреждениями позволили выделить 4 типа экосистемных рисков региона, связанных в основном, с нарушением водного баланса территории, использованием для водоснабжения поверхностных водоемов, ухудшением здоровья населения и возможностью снижения биоразнообразия экосистем (таблица 1).

Таблица 1

Основные экологические риски
для социально-экономического развития региона Нижней Волги

<i>№</i>	<i>Экологический риск</i>	<i>Проявление</i>	<i>Причины</i>
1	Риск нарушения водного баланса территории	<p>1.1. Затопление и подтопление территории</p> <p>1.2. Развитие процессов опустынивания</p> <p>1.3. Снижение площади ВБУ, деградация нерестилиц</p> <p>1.4. Экономические потери рыбной отрасли и сельского хозяйства</p>	<p>1.1. Зарегулирование стока р. Волга: уменьшение проточности и заиливание малых водотоков, зимние сбросы с Волжской ГЭС</p> <p>1.2. Глобальные изменения климата, снижение годового стока реки Волги</p> <p>1.3. Колебания уровня Каспийского моря</p> <p>1.4. Неоптимальный паводок; многолетний приоритет гидроэнергетики</p>
2	Опасность водоснабжения из поверхностных водных объектов	<p>2.1. Недостаток воды в зоне ЗПИ, пересыхание малых водотоков</p>	<p>2.1. Недостаточный сброс с Волжской ГЭС в период заполнения ЗПИ</p> <p>2.2. Изменение годового стока р. Волга</p>
		<p>2.2. Высокая доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим и микробиологическим показателям (до 84,5 %)</p>	<p>2.3. Высокое загрязнение транзитного стока р. Волга: медь (1–48ПДК) ртуть (<8ПДК) железо (<3ПДК) фенолы (<2ПДК) нефтепродукты (< 2ПДК)</p> <p>2.4. Сброс неочищенных и недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых и ливневых стоков</p> <p>2.5. Свалки ТБО, особенно в водоохраных зонах рек</p>

3	Риск ухудшения здоровья населения	3.1. Развитие неинфекционной патологии у населения: болезни крови, кровеносных органов, кожи, мочеполовой и эндокринной систем, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, органов дыхания	3.1. 20,4 % населения области употребляют воду из открытых источников в качестве питьевой 3.2. Повышенный уровень загрязнения атмосферы вблизи автомагистралей: оксид углерода; пыль; формальдегид; сажа
4	Риск снижения биоразнообразия экосистем	4.1. Снижение численности, возможность исчезновения отдельных видов растений и животных	4.1. Чрезмерное использование населением биоресурсов; 4.2. Ухудшение среды обитания (недостаток кормов, фактор беспокойства от неорганизованного туризма, трансформация ВБУ из-за обвалования, изменения уровня и загрязнения воды) 4.3. Изменение годового стока реки Волги; 4.4. Колебания уровня Каспийского моря; 4.5. Глобальные изменения климата

Анализ рисков и причин их вызывающих, представленный в таблице 1, выявил следующие пути решения экологических проблем региона:

- обеспечение населения питьевой водой
- оптимизация паводка;
- расчистка и дноуглубление русел водотоков;
- совершенствование функционирования территориальной системы мониторинга окружающей среды;
- ликвидация источников сбросов неочищенных сточных вод и необорудованных свалок ТБО, снижение выбросов в атмосферу от автотранспорта;
- увеличение доли площади региональных ООПТ, участие в разработке и внедрении наилучших доступных технологий и нормативов допустимой антропогенной нагрузки на природные комплексы региона;
- поддержка научных исследований по прогнозированию и выработке методов адаптации к глобальным процессам (изменение годового стока реки Волги; колебания уровня Каспийского моря; глобальные изменения климата).

Экологическое благополучие нашего края зависит от водного баланса территории. «Маловодные» и «многоводные циклы» реки Волга, подъем или падение уровня Каспийского моря – главные факторы, которые определяют, защищать население и экосистемы от засухи или от затопления. Вода является неременным условием жизни, необходимым ресурсом для экономической деятельности. Начиная с 2006 года часть населения области и аквальные экосистемы региона испытывали острый дефицит воды. Особенно неблагоприятное положение сложилось в водно-болотных угодьях западных подстепных ильменей (ЗПИ) и на естественных нерестилищах¹. Снизилось количество, ухудшилось качество речной воды, поступающей в Астраханскую область с речным стоком Волги.

Как свидетельствует статистка, уровень загрязнения окружающей среды в Астраханской области не превышает средних показателей по стране, однако темпы роста заболеваемости населения за период с 1995 года по 2009 год (+21,4 %) существенно превысили среднероссийский уровень (+15,8 %). Наблюдается четкая корреляция между неудовлетворительным качеством воды по санитарно-гигиеническим показателям и заболеваемостью населения, связанной с употреблением некачественной воды в муниципальных образованиях Астраханской области (рис. 1).

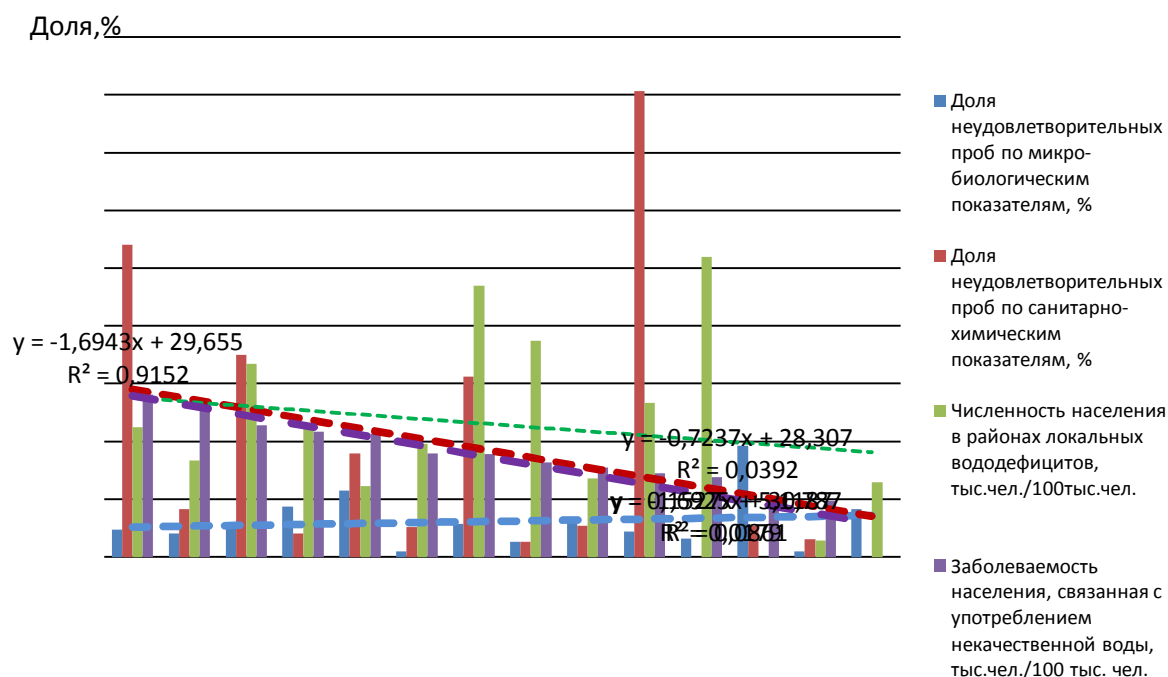


Рис. 1. Корреляция доли неудовлетворительных проб воды и заболеваемости населения, связанной с употреблением некачественной воды, в муниципальных образованиях Астраханской области (2011 год)

¹ Средний объем весеннего половодья снизился от 130 до 87 куб. км, а продолжительность – от 83 до 53 суток. Зимний сток увеличился в два раза и в отдельные годы составлял до 80 куб.км.

Воды Нижней Волги, ее притоков и рукавов по санитарной классификации отнесены к 4 классу «грязные» и качество их пока продолжает ухудшаться: в 2011 году большая часть водотоков Астраханской области перешла из разряда «а» в разряд «б». Без предварительной очистки они не пригодны к использованию даже для технических нужд. Астраханская область не располагает подземными запасами слабоминерализованных вод и использует для водоснабжения поверхностные воды реки Волги, причем почти 240 тысяч населения Астраханской области не обеспечены водой питьевого качества. Наиболее остро этот вопрос стоит в зоне ЗПИ.

Считается, что 90 % загрязнений Каспийского моря речным стоком обеспечивает река Волга. Высокое загрязнение транзитного стока создает угрозу не только населению и экосистемам Астраханской области, оно несет в себе международную опасность загрязнения Каспийского моря от наземных источников Российской Федерации.

Из-за десятикратного снижения объемов дноуглубительных работ с последние 20 лет пропускная способность малых водотоков дельты стремительно ухудшалась. Это создавало дефицит воды в межень и реальную угрозу подтопления и затопления населенных пунктов в период весеннего половодья. До 1993 года различными ведомствами для поддержания нормального гидрологического режима водотоков на территории Астраханской области регулярно проводились дноуглубительные работы, причем ежегодные объемы вынутого грунта достигали 13,0 млн м³. В то же время за период с 2007 по 2009 год ежегодный объем земляных работ снизился до 0,8 млн м³, что составляло только 5–7 % от общей потребности (рис. 2).

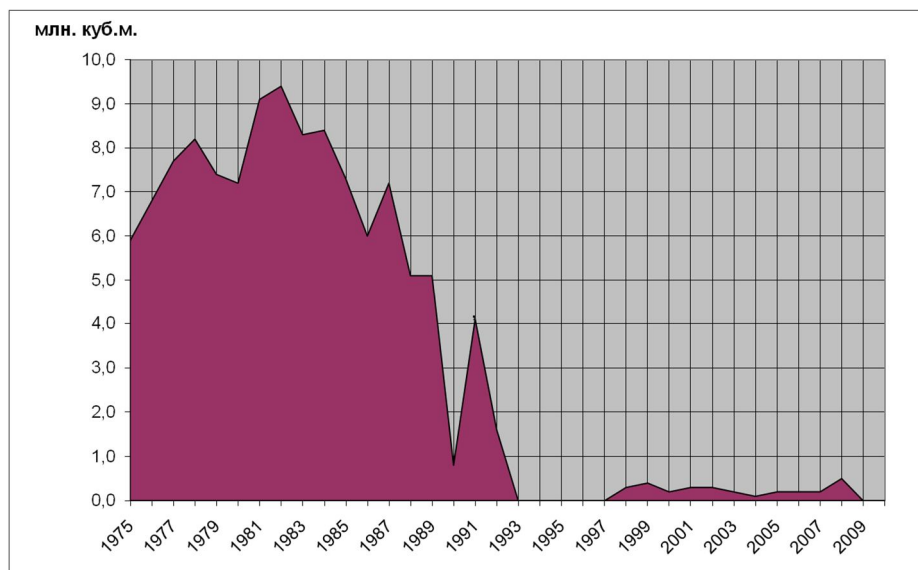


Рис. 2. Объемы грунта, извлеченного при проведении дноуглубительных работ на водных объектах на территории Астраханской области в период с 1975 по 2009 годы

По состоянию на 2010 год общая протяженность участков русел, нуждающихся в увеличении пропускной способности, составляла 2600 км.

Современное состояние водных и прибрежных экосистем, неоптимальные условия паводка, сокращение площади водно-болотных угодий, снижение потенциала нерестовых площадей, снижение рыбохозяйственного значения каналов-рыбоходов дельты р. Волга – все эти факторы существенно повлияли на эффективность рыбной отрасли хозяйства региона.

Для спасения рыбных ресурсов в условиях зарегулирования стока Волги необходимо выработать систему управления каскадом водохранилищ, обеспечивающую гидрологический режим близкий к естественному.

Астраханская область является одним из основных регионов по выращиванию овощебахчевой продукции, региону принадлежит первое место в России по производству томатов. Будущее крупных инвестиционных проектов, связанных с сельскохозяйственным производством на территории области, напрямую зависит от количества и качества воды в реке Волге.

Водные объекты дельты реки Волги и прибрежной полосы Каспийского моря составляют значительный экологический и рекреационный потенциал как для Астраханской области, так и для Юга России. Рекреационный потенциал территории привлекает в Астраханскую область ежегодно до полутора миллионов туристов, ориентированных в основном на рыбалку и охоту. В настоящее время принимаются меры для сохранения экосистем региона путем переориентации потока туристов на экологический и культурно-исторический туризм. Совместно с проектом ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Нижней Волги» завершается научная работа по определению нормативов допустимых антропогенных нагрузок при рекреационном использовании природных комплексов ВБУ Нижней Волги. Разработаны туристические маршруты и проложены «экологические тропы» по территории 4-х государственных заказников Астраханской области общей протяженностью 110 км. В то же время, истощение и загрязнение водных ресурсов Нижней Волги могут привести к полной утрате интереса туристов к нашему региону.

К концу первого десятилетия XXI века проблемы, связанные с недостатком воды и ухудшением качественного состояния водотоков дельты реки Волги, достигли критической черты. Ключевым фактором социально-экономического развития Астраханской области стало решение проблем водохозяйственного комплекса.

В соответствии с Водной стратегией Российской Федерации на период до 2020 года, планом мероприятий по ее реализации и поручениями Президента Российской Федерации по итогам визита в Астрахань 17 августа 2011 года о подготовке мер по восстановлению водной системы дельты Волги, предстояло подготовить комплексную долгосрочную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Астраханской области в 2012–2020 годах», чтобы преодолеть дефициты воды и обеспечить качество и рациональное использование водных ресурсов [1–3].

Широкий резонанс обсуждения глобальных волжских вопросов привел к формированию сначала – концепции Федеральной целевой программы (ФЦП) «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах», а в апреле 2012 года – и к принятию самой ФЦП, в которой проблемы Нижней Волги выделены в отдельный блок. Еще до старта федеральной целевой программы впервые за последние 20 лет федеральные министерства выделили существенные средства на поддержание водохозяйственного комплекса региона. В 2011 году финансирование работ по линии Минсельхоза, Минрегиона, Росрыболовства, Росводресурсов, составило около 650 млн рублей.

Целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Астраханской области в 2012–2020 годах» предусматривает масштабные комплексные работы по восстановлению и экологической реабилитации водных объектов, ликвидации дефицита водных ресурсов, повышению эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений Астраханской области, строительству сооружений инженерной защиты для обеспечения безопасности населения от вредного воздействия вод. Общий объем финансирования программы до 2020 года – более 16 миллиардов рублей, которые будут направлены на реабилитацию водных объектов до состояния, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения, на дноуглубительные работы на судоходных каналах и каналах-рыбоходах, на строительство и ремонт ГТС, на инженерную защиту территорий от негативного воздействия вод. В настоящее время объекты этой программы подготовлены для участия в конкурсном отборе Минприроды России для включения в Федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».

Реализация программы не только улучшит условия жизни населения, увеличит биоресурсы Волги, но и позитивно отразится на состоянии экосистем Нижней Волги, будет способствовать сохранению биоразнообразия всемирно известных водно-болотных угодий «Дельта реки Волги», охраняемых Рамсарской конвенцией как местообитание водоплавающих птиц.

Приоритетом региональной политики в области социально-экономического развития и обеспечения экологической безопасности Астраханской области в 2012 году стало обеспечение водными ресурсами населения и отраслей экономики. Уже сейчас заметны положительные сдвиги в стабилизации водохозяйственной обстановки и восстановлении водных объектов региона.

Зимой 2011–2012 гг. представителям Астраханской области в рамках Межведомственной оперативной группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада (МОГ) удалось договориться с энергетиками и предотвратить «зимние паводки».

В период весеннего попуска на Нижнюю Волгу члены рабочей группы по оценке экологического и технического состояния водотоков Волго-

Ахтубинской поймы и дельты реки Волги, включая зону ЗПИ создали условия для максимально возможного заполнения водоемов в ЗПИ, внесли предложения по совершенствованию водного законодательства для решения проблем незаконной застройки и незаконной хозяйственной деятельности в водоохраных зонах, по урегулированию ситуации на ильменях Малая Чада и Кобел Лиманского района Астраханской области вопросов, нуждавшейся в оперативном межведомственном решении. По итогам полководья специалистами группы выявлены и проанализированы недочёты, разработана электронная карта ЗПИ, на которой наглядно, с привязкой к местности показаны результаты проведения паводка, указаны все гидротехнические сооружения, как существующие, так и намечаемые к строительству или к капитальному ремонту. Интерактивная электронная карта ЗПИ будет хорошей основой для принятия управленческих решений по оптимизации водохозяйственного комплекса Астраханской области.

В рамках работы по природоохранной пропаганде, экологическому информированию и взаимодействию с общественными организациями службой природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области по всей области широко развернута природоохранная акция «Чистые берега». Население, экологические отряды студентов и школьников очищают затапливаемые берега рек от мусора. Ежегодно в акции участвует до 4000 волонтеров, которые убирают до 200 га водоохраных зон водотоков Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Работа по очистке берегов освещается в печатных и электронных СМИ и на телевидении.

Ежегодно, начиная с 20 мая 2009 года, в Астраханской области проводится празднование Дня Волги, учрежденного ЮНЕСКО чтобы напомнить всем жителям России, что Волга – наша национальная гордость, а ее природные богатства – важнейшие стратегические ресурсы страны. Правительство Астраханской области имеет политическую волю и реальную программу действий по восстановлению и приумножению ресурсов одной из крупнейших рек земного шара и самой большой реки в Европе.

Литература

1. Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года и плана мероприятий по реализации Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.08.2009 г. № 1235-р (в ред. распоряжения Правительства Российской Федерации от 28.12.2010 г. № 2452-р).

2. Об утверждении долгосрочной комплексной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Астраханской области в 2012–2020 гг.» : постановление Правительства Астраханской области от 29.06.2011 г. № 220-П.

3. О внесении изменений в распоряжение Правительства Астраханской области от 30.05.2011 г. № 196-Пр и постановление Правительства Астраханской области от 29.06.2011 г. № 220-П : постановление Правительства Астраханской области от 25.09.2012 г. № 403-П.

Мелиорация, водное и лесное хозяйство

РАЗВИТИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

А. П. Демин

Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)

Земледельческая зона Нижнего Поволжья хорошо обеспечена теплом и солнечной радиацией. Основным фактором, лимитирующим здесь рост и развитие растений, является недостаточное и неравномерное распределение во времени атмосферных осадков. В Астраханской области за вегетационный сезон выпадает всего от 110 мм осадков (на юго-востоке) до 180 мм (на севере). При этом большая часть осадков носит ливневый характер, выпадает на хорошо прогретую почву и не успевает ее увлажнить вследствие быстрого испарения и поверхностного стока. Аналогичные условия характерны и для большей части Волгоградской области. Единственным выходом в данных условиях, позволяющим получать высокие и стабильные урожаи, является орошение.

Мелиоративный фонд Астраханской области в настоящее время составляет 211 тыс. га, однако только треть земель с оросительной сетью может использоваться, остальные площади уже вышли из оборота (засоление, заболачивание, выход из строя насосных станций и дождевальной техники), их необходимо капитально реконструировать или списывать. Большинство оросительных систем построены 25–30 лет назад. Резко снизились и объемы использования воды на орошение, в основном из-за четырехкратного сокращения площадей под рисом. Если в конце 1980-х гг. на нужды орошения использовалось более 2 км³ воды, в начале 1990-х гг. – более 1,5 км³, то с 2005 г. – менее 500 млн м³ (табл. 1).

Таблица 1

Динамика основных показателей орошаемого земледелия
в регионах Нижней Волги

Показатели	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2010 г.
Использовано воды на нужды орошения, млн м ³								
Волгоградская область	770	747	449	313	288	296	300	173
Астраханская область	1605	1315	817	480	494	471	454	408

Площадь орошаемых земель, тыс. га								
Волгоградская область	352,8	305,1	256,0	221,9	219	195,6	180,9	180,9
Астраханская область	238,5	213,3	192,7	219,1	219	215,4	213,2	211,2
Фактически полито земель, тыс. га								
Волгоградская область	341,4	295,4	121,2	152,6	160,2	143,8	143,1	121,9
Астраханская область	210,4	205,8	62,7	86,9	86,9	78,5	77,8	69,3

За постсоветское время водопотребление орошаемого земледелия в Астраханской области сократилось в 3,9 раза, а площадь фактически поливаемых земель – в 3 раза. Из 684 насосных станций эксплуатируются только 260. Капитальную реконструкцию ОС необходимо провести на площади более 120 тыс. га.

В последнее время принимаются меры по повышению эффективности использования орошаемых земель. Привлекаются средства областного бюджета и сельхозтоваропроизводителей на расчистку подводящих каналов и водотоков к насосным станциям, на ремонт гидротехнических сооружений и рыбозащитных устройств. Проводятся работы по повышению водообеспеченности ряда межхозяйственных оросительно-обводнительных систем, реконструкции насосных станций. Все больше финансовых средств выделяется на развитие мелиоративного комплекса.

В Волгоградской области по состоянию на 1 января 2011 года площадь земель регулярного орошения составляет 181 тыс. га. На оросительных системах эксплуатируется 14,9 тыс. гидротехнических сооружений, 588 электрифицированных насосных станций. Основные причины, сдерживающие проведение поливов сельскохозяйственных культур, – изношенность мелиоративных фондов (в т. ч. дождевальной техники), недостаточное финансирование, а также высокий тариф на электроэнергию, который только за 2003–2009 гг. увеличился в 12 раз. Износ насосно-силового оборудования составляет 84 %, износ внутрихозяйственной оросительной сети – более 80 %. За 1990–2010 гг. водопотребление орошаемого земледелия в Волгоградской области сократилось в 4,5 раза, а площадь фактически поливаемых земель – в 2,8 раза. В последние годы поливается 70–80 % имеющихся орошаемых земель.

В регионе реализуются федеральные целевые программы и областная целевая программа «Развитие АПК Волгоградской области до 2012 года», которые позволили стабилизировать ситуацию в орошаемом земледелии области. На содержание и эксплуатацию основных фондов мелиоративного комплекса выделяются значительные средства. В целях снижения затрат при производстве продукции на мелиорируемых землях из средств областного бюджета выделяется более 50 млн рублей – на компенсацию

затрат по электроэнергии, использованной насосными станциями для целей орошения. Только в 2009 году на ремонт мелиоративных систем Волгоградской области израсходовано более 370 млн руб. из всех источников финансирования. За 2008–2009 гг. в области реконструировано 13340 га орошаемых земель.

Овоще-бахчевые культуры и картофель выращивают во всех категориях хозяйств. В 1980-е гг. объем их производства в Астраханской области в рекордные годы немного не дотягивал до 1 млн т, а в Волгоградской области составлял 800–900 тыс. т. Однако в 1990-е годы в связи с экономическим кризисом производство овощей и бахчевых сократилось в несколько раз и только с начала 2000-х годов стало постепенно расти.

Основную долю в производстве овощей составляют томаты и лук. Одним из приоритетных направлений в растениеводстве Астраханской области стало производство картофеля, тем более что климатические условия региона позволяют получать два урожая в год. Если раньше в область ежегодно завозилось около 60 тыс. т картофеля, то теперь картофелеводы не только обеспечивают потребности региона, но и вывозят картофель за его пределы. Сейчас картофель является одной из самых рентабельных культур.

При выращивании овощных и бахчевых культур в открытом грунте чаще всего применяют полив дождеванием, используют также полив по бороздам; в последние годы широкое распространение получает капельное орошение. Дождевание имеет ряд преимуществ по сравнению с поливом по бороздам: возможность регулирования нормы полива и особенно малыми нормами, полив при сложном рельефе местности, высокой водопроницаемости почвы, близком уровне грунтовых вод. Полив дождеванием позволяет механизировать труд и резко повысить его производительность. Недостатками дождевания являются: значительные энергетические затраты, ограничение полива при сильном ветре, образование почвенной корки после полива, смывание верхнего плодородного слоя почвы и оголение корней растений.

Капельное орошение давно зарекомендовало себя как система мелиорации, наиболее подходящая для условий аридного климата. При капельном орошении вода подается не на всю площадь, как при дождевании, а только непосредственно в полосе расположения растений и тем самым обеспечивает значительную экономию поливной воды. Междурядье остается сухим, и поливы не мешают работе сельскохозяйственных машин. Капельное орошение применимо там, где другие способы полива использовать невозможно или неэффективно: при сложном рельефе и большом уклоне, в районах с продолжительными засухами и постоянными сильными ветрами, на почвах, склонных к засолению. Главным же его преимуществом является способность поддерживать оптимальный водно-физический режим в корнеобитаемой зоне, что создает условия для получения высоких урожаев.

Применение капельного орошения позволяет резко сократить затраты труда, более эффективно использовать оросительную воду. Кроме того, система капельного орошения позволяет вносить в почву вместе с поливной водой растворы минеральных удобрений и пестицидов. Это дает более эффективное усвоение удобрений растениями, снижение загрязнения почв и подземных вод химикатами. Как показывает опыт, затраты труда и количество необходимых удобрений снижаются примерно в 2 раза [1].

Недостатком систем капельного орошения являются достаточно жесткие требования по подготовке воды: она проходит через фильтры грубой и тонкой очистки. Однако он не столь значителен, поскольку при существенной экономии поливной воды (на 30–40 % по сравнению с дождеванием), труда, энергии и удобрений значительно возрастает урожайность культур благодаря точной подаче растворенных питательных элементов к корням растений.

Системы капельного орошения внедряются в Астраханской области с 2000 года. Системы дорогие (обеспечение 1 гектара капельного орошения стоит до 100 тыс. рублей), но окупаются за один–два года (существенно снижаются затраты воды и резко повышается урожайность). По данным Минсельхоза Астраханской области, средняя урожайность томатов в 2008 г., выращенных при дождевании, составила 37,1 т/га, а при капельном орошении – 44,2 т/га [1]. Наши расчеты показали, что средняя урожайность овощей, выращенных при капельном орошении, в крестьянских (фермерских) хозяйствах и сельскохозяйственных организациях Камызякского района в 2007 составила 39,2 т/га, а на всех остальных орошаемых площадях – 25,2 т/га [2].

Наибольшее распространение капельное орошение получило в Харабалинском районе благодаря отличным результатам, полученным здесь в последние годы. Так, урожайность овощных культур при капельном методе полива в среднем по всем крестьянским (фермерским) хозяйствам района в 2007 г достигла 64 т/га, что в 3 раза выше среднего районного показателя [2].

Если в 2000 г. системы капельного орошения занимали в Астраханской области несколько гектар посевов, то в 2004 г. – 930 га, а в 2007 г. – 2,8 тыс. га. Отраслевой целевой программой «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Астраханской области на 2007–2010 годы» было предусмотрено внедрение систем на площади 2,5 тыс. га., но фактически площадь земель под капельным орошением увеличилась почти на 9 тыс. га и составила в конце 2010 г. 11,4 тыс. га, а в 2011 ~14 тыс. га (рис. 1). Незначительная часть этой площади занята многолетними насаждениями.

В настоящее время 48 % всех площадей под овощами, бахчевыми и картофелем в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах приходится на системы капельного орошения. В про-

изводственных условиях в масштабах области не ведется раздельного учета урожая культур по разным видам и способам полива. Однако, несомненно, что определяющее влияние на стремительный рост производства овощей, бахчевых и картофеля в этих хозяйствах (в 3,8 раза в 2011 г. по сравнению с 2004 г.) оказало именно развитие капельного орошения [3, 4]. Связь урожая этих культур (Y) с ростом площадей под капельным орошением (X) описывается следующим уравнением регрессии:

$$Y = 45.44 X + 215.0 \quad R = 0.968 \pm 0.026 \quad (1)$$

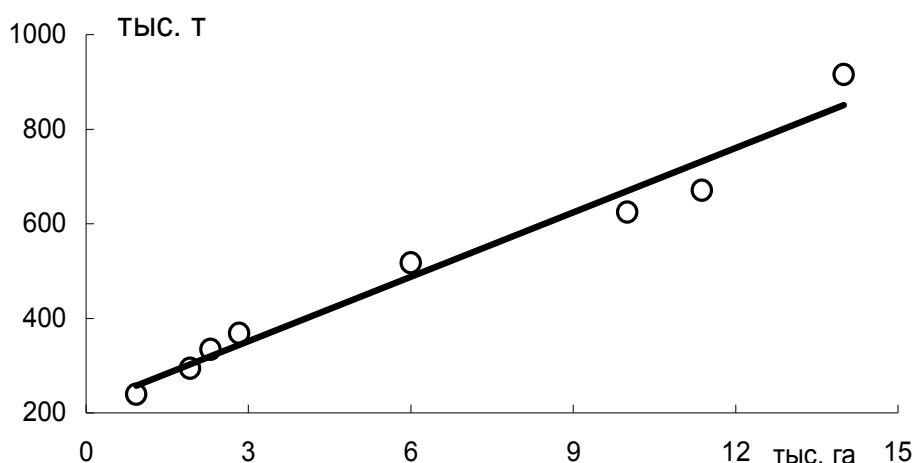


Рис. 1. Динамика развития капельного орошения и производства овощей, бахчевых и картофеля в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах Астраханской области

В 2011 г. получен рекордный урожай этих культур за всю историю Астраханской области. Причем площади посевов под ними были заметно ниже, чем раньше. Наиболее восприимчивыми к внедрению передовых технологий оказались малые и средние предприниматели. Сейчас около 70% площадей под капельным орошением приходится на долю фермеров и индивидуальных предпринимателей.

Для Волгоградской области также характерно стремительное развитие капельного орошения. Здесь оно применяется в основном для производства овощей и в небольших масштабах для производства плодов и ягод. Если в 2004 г. системы капельного орошения были расположены на площади всего 160 га, то в 2007 г. они занимали уже 2,9 тыс. га, а в 2010 – 6,9 тыс. га.

В 2011 году начата реализация областной целевой программы «Развитие орошаемого земледелия для производства плодоовощной продукции и кормопроизводства Волгоградской области», предусматривающей компенсацию 80 % затрат производителей на выполненные работы по проектированию, строительству и реконструкции внутрихозяйственных оросительных сетей и напорных трубопроводов. В рамках этой программы за

2011 год построено и реконструировано 9,5 тыс. га орошаемых площадей, приобретена 21 дождевальная машина нового поколения.

Применение современных дождевальных машин и внедрение капельного орошения значительно увеличивает урожайность овощных культур при экономии оросительной воды и снижает на 30 % затраты на электроэнергию. Все это приводит к существенному снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции. Использование эффективных энерго- и водосберегающих технологий, нового комплекса машин, правильный подбор сортов и гибридов, средств защиты растений, удобрений позволили значительно повысить валовой сбор овощной продукции. За 2004–2011 гг. производство овощей в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах выросло в 2,2 раза [4, 5]. География поставок выращенных в Волгоградской области овощей расширилась за последние годы с 35 до 60 регионов России. Возрастает спрос таких крупных потребителей, как Москва и Санкт-Петербург.

Мероприятия областной целевой программы «Развитие АПК Волгоградской области» на 2009–2012 гг.» предусматривают массовое обновление парка оросительной техники. Это позволит, наряду с масштабной реконструкцией мелиоративного комплекса региона, создать потенциал для динамичного развития многих отраслей сельского хозяйства. Строительство и реконструкция систем орошения приведет к росту производства овощей на 20 %. При вводе в эксплуатацию новых орошаемых площадей ожидается прирост кормопроизводства в пределах 690 млн корм. ед., что даст возможность дополнительно содержать 12 тыс. голов крупного рогатого скота.

Одобрено создание совместного предприятия по производству оросительной техники «ОРТЕХ-BAUER». Поставками технологического оборудования для нового завода по выпуску суперсовременных машин займется австрийская сторона, обеспечив сопроводение технологического процесса. Сборка техники на территории области позволит значительно удешевить стоимость выпускаемой продукции, что в свою очередь даст возможность сельхозтоваропроизводителям закупить больше техники и производить продукцию с низкой себестоимостью. Кроме того, до 40 % комплектующих будут изготавливаться на местных предприятиях, что также даст экономическую выгоду региону.

В Приволжском районе Астраханской области намечается строительство центра полимерного производства. Он будет заниматься поставками в больших объемах полимерной трубки для капельного орошения. Эта продукция будет существенно дешевле зарубежных аналогов, что позволит еще успешнее развивать капельное орошение на юге России.

Применение ресурсосберегающих технологий орошения в Нижнем Поволжье позволило резко увеличить производство овощей, бахчевых и картофеля, расширить географию поставок продукции при одновременном

сокращении потребляемых водных ресурсов. Намечается дальнейшее развитие прогрессивных технологий поливного земледелия за счет строительства новых оросительных систем.

Литература

1. Белякова, Ю. В. Производство томатов при разных способах орошения в условиях Астраханской области / Ю. В. Белякова, Э. И. Бесчетнова, С. В. Екимов // Геология, география и глобальная энергия. – 2009. – № 4. – С. 202–205.
2. Агропромышленный портал. Астраханская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astragro.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Статистический ежегодник Астраханской области : стат.сб. / Астраханьстат. – Астрахань, 2011. – 278 с.
4. Агропромышленный комплекс России в 2010 г. / МСХ РФ. – М., 2011. – 554 с.
5. Статистический ежегодник Волгоградская область 2010 : сборник / Волгоградстат. – Волгоград, 2011. – 868 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

К. Н. Кулик, А. С. Рулев, В. Г. Юферев
ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии, г. Волгоград (Россия)

Ландшафтно-интерпретационное моделирование и картографирование на основе космической фотоинформации в сочетании с геоинформационными системами (ГИС) является важнейшим методологическим и методическим приемом, позволяющим осуществлять не только мониторинг состояния пойменных ландшафтов, но и анализировать динамику деградационных процессов. Математико-картографические модели обеспечивают необходимой информацией систему управленческих решений по адаптивному обустройству пойменных ландшафтов [3].

Разработанная технология геоинформационного моделирования и мониторинга ландшафтов основана на синтезе принципов катенарно-бассейнового подхода, методов пластики рельефа, морфодинамического анализа и картографо-аэрокосмического мониторинга. Новизна технологии подтверждена патентами: «Способ определения состояния защитных лесных насаждений» (патент РФ на изобретение № 2330242); «Способ определения состояния почв в агроландшафтах» (патент РФ на изобретение № 2265839). «Способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации» (патент РФ на изобретение № 2327107)

Реализация технологии базируется на методиках, разработанных во ВНИАЛМИ [1]: пятиэтапной методике ландшафтно-экологического картографирования в агролесомелиорации, методике многопараметрического компьютерного анализа аэрокосмоснимков, методике ландшафтно-

экологического профилирования, методике дистанционного эколого-экономического мониторинга и новой методике по адаптивно-агроландшафтному обустройству земель сельскохозяйственного назначения лесостепной, степной и полупустынной зон европейской части Российской Федерации [2].

Использование в исследованиях компьютерных технологий и специализированных программных продуктов, таких как ENVI, MapInfo, Surfer, «Талка», GlobalMapper и др., позволяет решать задачи, связанные с обработкой и анализом космоснимков, построением цифровых моделей рельефа (ЦМР) и ландшафта (ЦМЛ).

Геоинформационная технология исследования ландшафтов включает формирование цифровой геоинформационной модели ландшафта и создание цифровых картографических моделей [4]. Формирование цифровой геоинформационной модели ландшафта состоит из ввода цифровой картографической информации и растровой модели объекта (цифровое изображение), трансформации растра и привязки координат, анализа компонентов ландшафта, выделения контуров, создания геоинформационной базы современного состояния ландшафта. Создание цифровых картографических моделей состоит из модели использования земель, рельефа, состояния объектов, ландшафта, обустройства и трансформации ландшафта.

Однако для компьютерного анализа и дешифрирования изображения с целью получения статистически достоверных данных о состоянии ландшафтов необходимо знать не только величину тона изображения космоснимка, но и его распределение. В результате преобразования изображение становится композицией растровых пикселей, что дает возможность анализировать его с использованием компьютерных технологий. Так как положение каждого пикселя на изображении в цифровом виде точно определено, а сам он является единичным носителем информации, то появляется возможность привязать его положение к выбранной системе координат и обеспечить этим точность ландшафтного анализа.

Создание космофотокарт агроландшафтов региона исследований необходимо для изучения и анализа как уровня их деградации, так и пространственного расположения деградированных угодий. Технология прогнозно-динамического картографирования реализуется с использованием дешифрирования информации космоснимков, системы компьютерной обработки растра, анализа изображений и динамического пространственно-временного картографирования в специализированных геоинформационных программных комплексах.

Уровень деградации ландшафтов определялся по среднестатистическим значениям фототона изображения на космоснимке. Основным интегральным показателем, позволяющим определить уровень деградации фитоценозов, является плотность покрытия поверхности растительностью (проективное покрытие), рассматриваемое как проекции наземных частей

растений на эту поверхность. Оценка деградации проводилась по величине проективного покрытия почвы травянистыми растениями, вычисляемой по формуле:

$$S_{пп} = 100 / (1 + \exp(A + BF))$$

где $S_{пп}$ – проективное покрытие, %, F – текущее значение уровня серого цвета по космическому снимку, A , B – коэффициенты, учитывающие влияния типа почвы на величину фототона (таблица 1)

Картографирование ландшафтов Астраханской области, проведенное по разработанной технологии, показало ее высокую эффективность. Выполненные исследования позволили уточнить дешифровочные признаки и установить эталонные значения состояния проективного покрытия деградированных пастбищ в соответствии с фототонам изображения, а также диапазоны фототона для преобладающих типов почв на оцениваемых площадях (таблица 2).

На рис. 1 приведен пример космофотокарты деградации граничащего с Волго-Ахтубинской поймой ключевого участка (23 километра восточнее) на территории Астраханской области, расположенного в районе поселка Кордон с координатами 47°31'18" с. ш., 47°29'34" в. д.

На рис. 2 приведено распределение деградированных площадей (в %) по уровням деградации

Таблица 1

Коэффициенты уравнения зависимости проективного покрытия от фототона изображения для основных типов почв степной зоны

Тип почвы	Содержание гумуса, %	Гранулометрический состав	A	B
Темно-каштановые карбонатные	3,4	Глина	-8,34	0,095
Лугово-каштановые карбонатные	3,65	Глина	-8,59	0,101
Темно-каштановые супесчаные	1,41	Супесь	-9,63	0,125
Светло-каштановые супесчаные	0,21	Супесь	-6,67	0,053
Пески	0,1	Песок	-7,61	0,077

Таблица 2

Диапазоны значений фототона по уровням деградации

Уровни деградации	Площадь проективного покрытия, %	Диапазон фототона, ед.
Подвижные (открытые) пески	0–15	170...210
Сильнодеградированные	15–25	130...170
Умеренно деградированные	25–35	90...130
Недеградированные	35–45	50...90

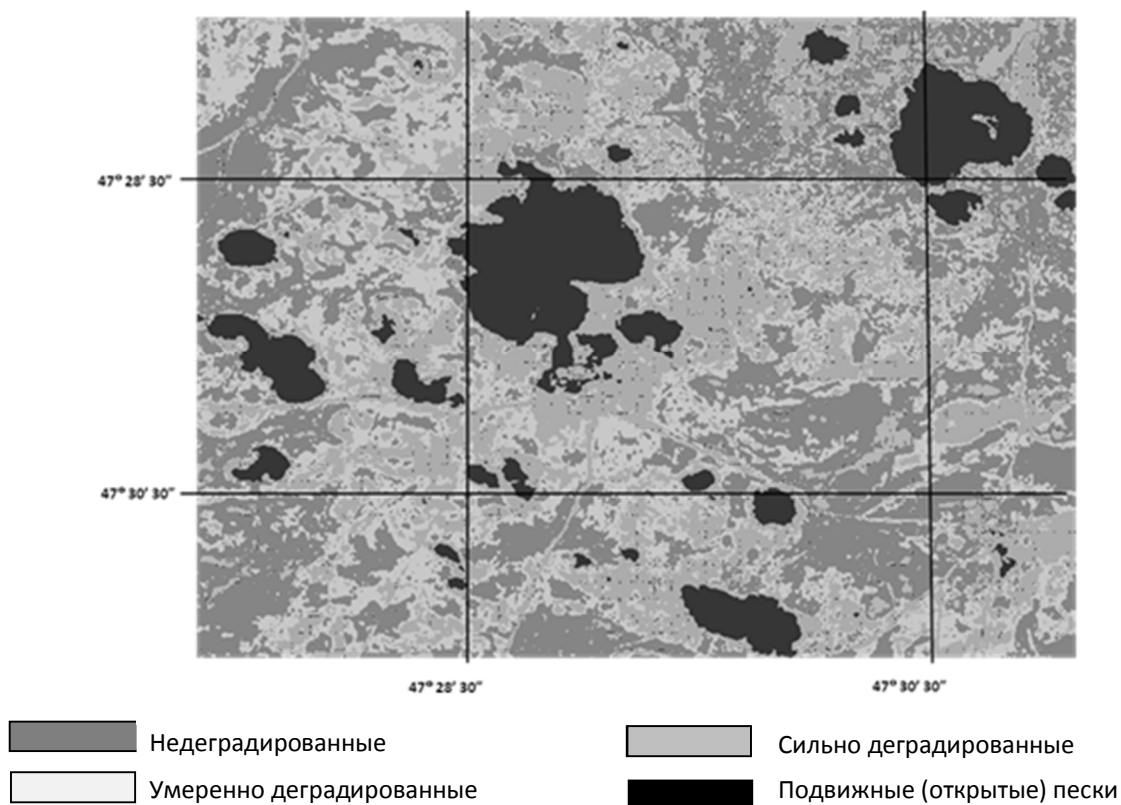


Рис. 1. Космофотокарта деградации ландшафтов Астраханской области М 1:30000, ключевой участок «Кордон2»

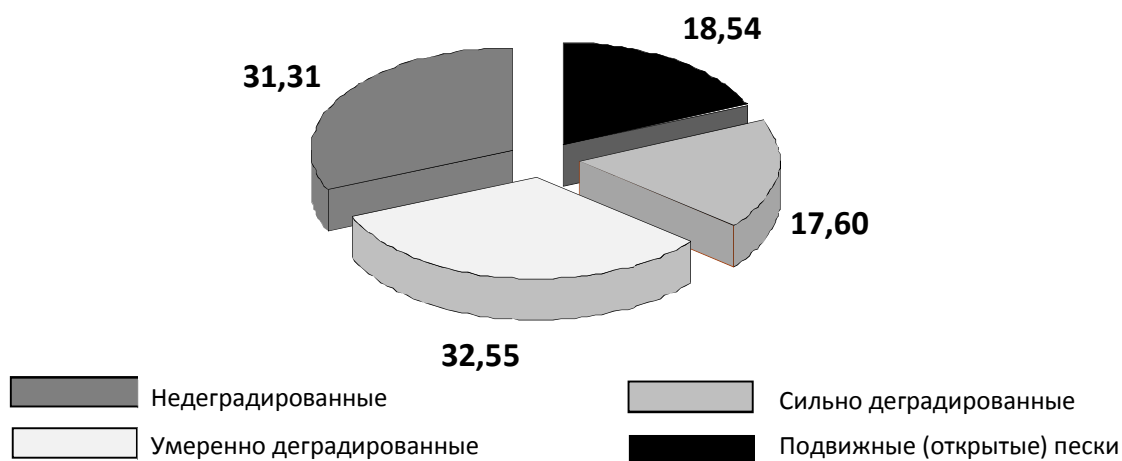


Рис. 2. Распределение площади деградированных земель, %

При моделировании ландшафта особое внимание уделяется цифровым картам и аэрокосмическим материалам, как источникам достоверной информации о его компонентах на момент их фиксации [5].

Создание же современных ЦМР и ЦМЛ базируется на использовании матриц высот, которые доступны в геоинформационной среде в виде набора данных (HGT, GeoTIFF) радарного обследования поверхности зем-

ли зондом ASTER, установленным на спутнике TERRA, и зондами SIR-C и X-SAR.

Рассмотренная выше технология геоинформационного анализа была использована при картографировании состояния ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы.

Составлена космофотокарта деградации лесов, определены уровни деградации древостоев, проведена оценка динамики площадей, занятых лесом. Данные съемки 2010 года, спутник GeoEye. Разрешение снимка 1,60 м в мультиспектральном режиме.

Результаты обследования показали существенное на 2000 га, по сравнению с данными 1981 г., сокращение особо ценных дубрав.

Местами наблюдается гибель древостоя на корню и усыхание вершин. И только 48,6 % древостоя или 7912 га находились на момент съемки в хорошем состоянии. В 2007 году повреждены пожарами дубравы, находившиеся в удовлетворительном состоянии. Это привело к ухудшению общего состояния лесов.

Использование ЦМР обеспечивает расчет характеристик рельефа: значений углов склона, экспозиций и формы склонов, а также структурных элементов рельефа (линии тальвегов и водоразделов, килевые и гребневые, базисные и вершинные), что дало возможность моделирования линий поверхностного стока.

На рис. 3 представлена визуализация цифровой трехмерной модели северо-западного участка ландшафта Волго-Ахтубинской поймы в районе поселка Суходол с совмещением ЦМР и космического снимка.



Рис. 3. Визуализация цифровой трехмерной модели ландшафта

Литература

1. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В. Г. Юферев, К. Н. Кулик, А. С. Рулев и др. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2010. – 102 с.
2. Рулев, А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации / А. С. Рулев. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.
3. Берлянт, А. М. Картография и геоинформатика / А. М. Берлянт, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов // Итоги науки и техники. Сер. Картография. – М. : ВИНТИ, 1991. – Т. 14.
4. Кулик, К. Н. Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации / К. Н. Кулик, В. Г. Юферев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 1. – С. 52–54.
5. Рулев, А. С. Картографо-геоинформационное моделирование в агролесомелиорации / А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Математические модели и информационные технологии в сельскохозяйственной биологии: итоги и перспективы : материалы Всероссийской конференции (с международным участием). 14–15 октября 2010 г., Санкт-Петербург. – СПб. : АФИ, 2010. – С. 68–71.

УСЫХАНИЕ ДУБРАВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ: НОВЫЕ СЛЕДСТВИЯ ПРОБЛЕМЫ

В. Д. Шульга

*Всероссийский НИИ агролесомелиорации РАСХ,
г. Волгоград (Россия)*

Общая площадь Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области составляет 154 тыс. га, лес занимает 15721 га, при лесистости территории – 10 %. Покрытая лесом площадь в дубравах составляет 10800 га.

Площадь дубрав находящихся в категории «норма» составляет 2847 га (26 %), в категориях «риска», «кризиса» (20–50 % усыхающих деревьев) и «бедствия» (> 50%) соответственно 2035 (19 %), 2212 га (20 %) и 3706 га (35 %). В категорию «риск» входят древостои с усыханием 10–20%, «кризис» – 20–50 %, «бедствие» – >50 %.

Констатируется крайне неблагоприятное состояние главной лесобразующей породы Волго-Ахтубинской поймы – только четверть всех дубрав находится в удовлетворительном состоянии, а более половины (55 %) – находится в кризисе и бедствии.

По сравнению с материалами инвентаризации дубрав 2008 года, отмечено обвальное ухудшение состояния главной породы – дуба черешчатого. На 22 % уменьшилась площадь дубрав, находящихся в «норме» и в два раза увеличилась площадь дубрав, находящихся в категориях «кризис» и «бедствие».

За 52 года (1960–2012 гг.) мониторинга дубрав полнота дубрав уменьшилась на 0,21, класс бонитета – на 1,2–1,5.

Это самым беспрецедентным образом свидетельствует с одной стороны о наличии крупной лесоводственной проблемы, а с другой – об отсутствии действенных мер профилактики негативных процессов в лесном фонде со стороны лесного менеджмента.

В аналогичном состоянии находятся дубравы Астраханской области. Здесь также произошло быстрое ухудшение состояния главной лесобразующей породы. Площадь дубрав находящихся в «норме» сократилась с 45 % до 32 %, а в категории «риск» – с 30 % до 14 %. Таким образом, состояние дубрав в южной части Волго-Ахтубинской поймы ухудшилось в 1,6 раза по сравнению с 2008 годом. Это объясняется низкой лесистостью и высокой нагрузкой на лесные ценозы при выпасе, а также задернением, частыми пожарами и дефолиацией дуба (лишь на 25 % покрытой лесом площади в дубравах сохранился подлесок).

Резкое ухудшение состояния дубрав Волго-Ахтубинской поймы с 2008 по 2012 г. объясняется выходом полого-гравистой поймы из поемного режима. Начиная с 2006 г. по настоящее время уровень грунтовых вод в пик половодий упал ниже критических 3 м. Каждый второй гектар дубрав пройден огнем. Практически ежегодно дубравы подвержены массовой дефолиации листогрызущими вредителями, поражением древесины микозом сосудов. Подлесок и подрост уничтожается при выпасах под пологом, на лесосеках, в лесных культурах. Это начало второго этапа деградации пойменных дубрав Волго-Ахтубинской поймы.

На первом этапе деградации пойменных дубрав (с 1968 по 2006 г.) состояние главной лесобразующей породы и эффект лесоводственных мер определилось сложившимся после зарегулирования стока Волги качеством условий роста.

На данном (втором) этапе даже выдающиеся качество лесорастительных условий средне- и старовозрастных дубрав, произрастающих на мощных луговых почвах переходной поймы не спасает главную лесобразующую породу от пагубных последствий бесхозяйственности.

Поэтому важно в экологическом и лесоводственном отношении сохранить уровень грунтовых вод в пик половодья в северной части Волго-Ахтубинской поймы не ниже 2,0–2,5 м.

Это вполне возможно. И.А. Шикломанов (2008) отмечает, что для всех водохранилищ Волжско-Камского каскада прослеживается тенденция увеличения объемов общего притока. Если найти приемы сокращения процесса врезания русла Волги в дно долины и увеличить объемы весенне-летних пропусков полых вод, то стабилизация гидрологического режима Волго-Ахтубинской поймы возможна.

Ухудшение состояния дубрав связано не со старением главной породы, а с достижением его критической высоты, перегущенностью, отсутствием рубок ухода, достаточной массы ассимиляционного аппарата, поражением вредителями и болезнями леса, пожарами, выпасом.

Ведение должным образом указанных организационно-технических и лесоводственных мер будет способствовать качественному улучшению состоянию дубрав. Тем более что и в настоящее время сохранились дубравы вполне удовлетворительного состояния.

Во-первых, это искусственные молодняки, созданные 30–35 лет назад по сплошной раскорчевке невозобновившихся лесосек. Это и естественные молодняки, образовавшиеся после сплошных лесовозобновительных рубок первого этапа деградации дубрав. В хорошем состоянии находятся старовозрастные, в т. ч. и 130-летние дубравы ур. Каршевитое, сохранившие подлесок и избежавшие пожаров.

На особом по научной значимости месте стоят уникальные 200–250(300)-летние дубравы урочища «Грачи». Они расположены на самой южной точке ареала пойменного дуба. Их успешное существование полностью отвергает «старение» как основную причину деградации «старовозрастных» дубрав и подчеркивает роль выдающихся гидрофизических свойств «зеленой» древесины дуба в устойчивости дубравных ценозов к регулированию стока Волги и комплексу других антропогенных факторов.

Расчет величины потенциала влагопереноса по изотерме капиллярного испарения показал, что дуб черешчатый – порода ксерофит. Это позволяет ей успешно пользоваться влагой относительно сухих и тяжелых по гранулометрическому составу почв, а мощный ассимиляционный аппарат поставляет необходимые запасы катаболической влаги в засуху.

Очень низкий потенциал влагопереноса заболони дуба черешчатого объясняет высокую устойчивость его к повреждению лесными вредителями и неоднократным пожарам. Старовозрастные дубравы сохраняют в течение последних 6 лет живую крону после трехкратных лесных пожаров при огневом и грибковом поражении 50 % окружности стволов. Это позволяет лесной охране уйти от ответственности и отнести последующую облигатную деградацию и гибель ценоза к воздействию засух и изменению гидрологического режима.

Неудовлетворительное состояние дубрав подтверждается и официальными данными по ведению санитарных мер. В последние два года лесничества проводят по 600 га выборочных санитарных рубок, забывая о подавлении очагов массовых листогрызущих насекомых – одной из определяющих причин массового усыхания главной лесообразующей породы.

Выявлена высокая положительная роль интенсивных лесоводственных уходов в улучшении состояния искусственных молодняков, естественных средне- и старовозрастных дубравных биоценозов.

Добротность пойменных дубрав уменьшилась на 1,2–1,5 класса бонитета, полнота – на 0,19–0,21. Относительно небольшое снижение добротности дубрав объясняется их возрастной структурой. Половина покрытой лесом площади занимают старовозрастные дубравы, прожившие большую часть жизни в лучших гидрологических условиях. Новые дубра-

вы никогда не достигнут таксационных показателей существующих. Важно в первую очередь сохранить старовозрастные дубравы, а молодняки и средневозрастные – подготовить рубками ухода к ужесточению водного режима.

Дуб черешчатый по своим высоким гидрофизическим, гидрохимическим и биологическим свойствам (порода ксерофит с очень низким потенциалом влагопереноса, позволяющим успешно осваивать влагу из глубоких слоев тяжелых по гранулометрическому составу луговых почв) способен с определенными таксационными потерями произрастать в новых гидрологических условиях (остается главной лесобразующей породой), но требователен к качеству ведения лесного хозяйства и не прощает лесоводственных ошибок.

В настоящее время дубравы Волго-Ахтубинской поймы переживают вторую волну массового усыхания. Первая в 60–70-е годы прошлого века была связана со снижением интенсивности и продолжительности половодий и определяла степень усыхания и эффективность лесохозяйственных мер в зависимости от сложившегося качества лесорастительных условий зарегулированной поймы.

Вторая волна массового усыхания главной породы (начало 2006 г.) связана с гибелью дубравных ценозов на лучших из оставшихся условиях роста (мощные плодородные луговые почвы) в связи со снижением уровня грунтовых вод ниже критического и выходом дубрав из поемного режима.

Второй этап деградации дубрав Волго-Ахтубинской поймы (2005–2012 гг.) сопровождается ухудшением лесорастительных условий под влиянием антропогенного изменения стока Волги и усугубляется отсутствием жизненно необходимых организационно-технических (подавление очагов массовых листогрызущих вредителей и болезней, исключение выпаса на лесосеках и под пологом, эффективная борьба с пожарами, борьбу с усилением дренированности поймы при разработке песка в русле Волги и Ахтубы, борьбу за экологически обоснованные попуски воды в половодье) и лесоводственных мер, формирующих достаточную ассимиляционную массу на деревьях будущего.

Таким образом, ответственность за гибель дубравных ценозов и массовое усыхание дубрав ложится поровну на лесоводов и на ведомства отвечающие за снижение объема стока Волги в половодье при положительном тренде увеличения стока в водохранилища каскада

Наличие старовозрастных дубрав удовлетворительного состояния (130-летних в северной части и 200–250(300)-летних в южной части Волго-Ахтубинской поймы свидетельствует о возможности сохранения дубравных ценозов при более тщательном, организационно и научно выверенном ведении лесного хозяйства.

Принятое в дубравах Волго-Ахтубинской поймы лесопользование не соответствует ОСТу 56-108-98, многим статьям лесного кодекса РФ

(ст. 1.1; 1.2; 1.5; 1.6; 1.8; 1.10; 17.4; 41; 61... 103.3 и статьям 9; 42 и 58 Конституции РФ (право каждого на благоприятную среду, бережное отношение к природным богатствам), а также международным документам по устойчивому управлению лесами (конвенция ООН о биологическом разнообразии).

Ведение лесного хозяйства в Волго-Ахтубинской пойме должно быть экологически и гидрофизически обоснованно, а лесные планы регионов и лесные регламенты лесничеств – приведены в соответствие с современными лесоводственными требованиями и правовыми нормами.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ

Г. Ф. Соколова

*Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого овощеводства и бахчеводства,
г. Камызяк (Россия)*

В Астраханской области насчитывается 2 млн 923 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения, в том числе 221,4 тыс. га – орошаемых. В 70–80-х гг. прошлого века в области с целью крупного производства риса было построено около ста тысяч гектаров рисовых оросительных систем инженерного типа, которые нуждаются в реконструкции [1]. В 90-е годы посевные площади по всем категориям хозяйств начали постепенно уменьшаться, и на сегодня эти площади сократились примерно в 4 раза. Соответственно возникли тысячи гектаров залежных и бросовых мелиорированных земель, в которые было вложено немало государственных средств. При возвращении в полезное землепользование длительных по времени мелиорированных залежных засоленных земель необходима промывка, но на больших площадях это экономически не выгодно и не реально [2].

Исследования по вводу залежных земель в сельскохозяйственный оборот в рисовых чеках дельты Волги проводились в хозяйстве ООО «Надежда-2» Камызякского района Астраханской области, где в 2012 году под выращивание рыбы в рисовых чеках было отведено -1300 га; под ячмень – 600 га; под рис – 300 га; под овощи – 100 га, под картофель – 20 га.

На фиксированных площадках рано весной (III декада марта -I декада апреля) до затопления чека проводился отбор образцов почвы. Анализ водно- физических свойств почвы состоял из определения:

- влажности почвы – термостатно-весовым методом послойно с интервалом 0,1м до глубины 0,4м;
- объемной массы, $г/см^3$ – методом режущего кольца; послойно с интервалом 0,1м до глубины 0,4м;
- - удельной массы, $г/см^3$ – пикнометрически;

• -наименьшей влагоемкости почвы (НВ) – методом затопляемых площадок в слое почвы 1 м с интервалом 0,1 м.

Расчет общей порозности по формуле:

$$\varepsilon (\%) = (1 - \rho_b : \rho_s) \times 100,$$

где ε – общая порозность, %, ρ_b – плотность сложения почвы, г/см³, ρ_s – плотность твердой фазы почвы, г/см³.

Расчет порозности аэрации при естественной влажности по формуле:

$$\varepsilon_w (\%) = \varepsilon - W \times \rho_b,$$

где ε_w – порозность аэрации при естественной влажности почвы, %, ε – общая порозность, %, W – естественная влажность почвы, %, ρ_b – плотность сложения почвы, г/см³.

Расчет запасов влаги при естественной влажности почвы по формуле:

$$ЗВ_w = (W \times \rho_b \times 10),$$

где $ЗВ$ – запасы влаги, м³/га; W – естественная влажность почвы, %; ρ_b – плотность сложения почвы, г/см³; 10 – коэффициент перевода в м³/га.

Почвенные образцы для проведения агрохимического анализа в комплексной лаборатории массовых анализов института брались буром из 5 точек участка послойно 0-0,2 и 0,2-0,4 м.

Определяли содержание:

- гумуса % – по методу Тюрина;
- легкогидролизуемого азота в мг/кг – по методу Тюрина;
- подвижного фосфора в мг/кг - по Мачигину;
- сумму водорастворимых солей в % по ЦИНАО.

В работе использовался количественно-весовой метод (Методика и техника учета сорняков, Научные труды НИИ Юго-Востока. – Саратов, 1969). Определяли: видовой состав, биологический тип, обилие, высоту, фазу развития сырую массу сорняков.

В результате исследований установлено, что для залежной растительности характерны сезонные изменения. В весенний период преобладали эфемеры. На двенадцатилетней залежи среди ранних яровых однолетников доминирующими являлись мортук восточный (213 шт./м²) и костер растопыренный (64 шт./м²) встречались различные виды лебеды (широкоплодная, мелкоцветковая, татарская). Зимующие однолетники были представлены асперугой простертой, хориспорой нежной, дескуренией Софыи и яруткой полевой в количестве 8–36 шт./м². Из корнеотпрысковых многолетников по количеству стеблей лидировал молокан татарский (30 шт./м²), а тростник обыкновенный выделялся большой сырой массой – 214 г/м². На участке произвольно выросла древесно-кустарниковая растительность – тамарикс многоветвистый высотой от 1 до 2 м, лох узколистный – от 0,5 до 1,5 м.

Длительная залежь (12 лет) характеризовалась низким содержанием гумуса (1,55–1,65 %), легкогидролизуемого азота (51,2–60,0 мг/кг), подвижного фосфора (32,9–36,2) и высоким содержанием суммы водорастворимых солей (0,242 %) (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимические показатели почвы (2007–2012 гг.)

Год	Предшественник	Содержание в слое 0,0–0,2 м				
		гумус, %	органическое вещество, %	N легко-гидролизуемый, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	сумма водорастворимых солей, %
2007	залежь	1,65	9,70	60,0	32,9	0,135
2008	залежь	1,64	9,72	60,2	36,2	0,152
2009	залежь	1,57	7,92	54,7	35,4	0,142
2010	залежь, 12 лет	1,55	8,04	51,2	33,5	0,242
2011	рис	1,72	9,47	53,6	35,5	0,130
2012	рис	1,67	8,39	57,4	52,4	0,100

Плотность сложения почвы двенадцатилетней залежи увеличивалась вниз по профилю от 1,22 г/см³ в слое 0,0–0,1 м до 1,60 г/см³ в слое 0,3–0,4 м. Средняя ее величина в слое 0,1–0,2 м составляла 1,38 г/см³. С увеличением длительности залежи во времени почва участка становилась плотнее, плотность твердой фазы почвы увеличилась на 9,2 %. Естественная влажность залежного участка в слое 0,0–0,4 м составляла 11,3 % (относительная влажность – 29,7%). Двухлетнее выращивание на участке риса позволило увеличить относительную влажность почвы в среднем в 3 раза, а запасы влаги в 2,3 раза. Оптимальные условия для жизнедеятельности растений и биологических процессов создаются при определенных соотношениях в почве воды и воздуха. Если говорить о порозности почвы, которая является прямой функцией от плотности почвы, то Н. А. Качинский предложил выделить следующие диапазоны: 65–55 % – отличная для пахотного слоя; 55–50 % – удовлетворительная для пахотного слоя; 50–40 % – неудовлетворительная для пахотного слоя; 40–25 % – чрезмерно низкая. Общая порозность залежного участка в слое 0,0–0,4 м была неудовлетворительной – 45,8 %. После двухлетнего возделывания риса на одном месте, порозность почвы увеличилась на 17,5 % и характеризовалась уже как «удовлетворительная для пахотного слоя».

Учет засоренности рисового поля, введенного в севооборот после длительной залежи, показал, что среди сорной растительности встречались просо куриное (11 шт./м²), клубнекамыш морской (6 шт./м²), сусак зонтичный (2 шт./м²), тростник обыкновенный (5 шт./м²). Общее количество стеблей этих сорняков было меньше, в среднем на 37%, по сравнению с количеством сорняков на рисовом поле в севообороте люцерна-рис-рис-овощи, где, кроме перечисленных, в посевах риса произрастали камыш озерный, частуха подорожниковая и стрелолист обыкновенный. При этом надо отметить, что после вегетации риса на реагрокультивированном

участке в 2,4 раза уменьшилось содержание суммы водорастворимых солей, что является благоприятным для последующих культур в севообороте.

Оценивая показатели продуктивности растений риса, выращенного по залежи, можно отметить, что число продуктивных стеблей оказалось на 47 % ниже общего количества из-за частичного отмирания побегов, недоразвитости к моменту уборки. Урожайность зерна риса в опыте составила 5,3 т/га.

Проведенный в хозяйстве расчет экономической эффективности показал, что уровень рентабельности при производстве зерна риса после реагрокультивации залежи составил 113 %. Повторное выращивание риса на данном участке позволило снизить засоренность посевов в среднем на 1,2 %, по сравнению с предыдущим годом. Урожайность зерна риса в опыте составила 5,1 т/га.

Таким образом, возвращаемые в сельскохозяйственный оборот мелиорированные земли, простоявшие в залежном состоянии свыше 10 лет, можно эффективно использовать под выращивание риса в режиме затопления, что благоприятно сказывается на агрохимических показателях почвы (снижение засоленности) и способствует снижению засоренности возделываемых культур.

Литература

1. Соколова, Г. Ф. Видовой состав и структура сорных растений на залежных землях Дельты Волги / Г. Ф. Соколова, А. С. Хахалева // Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2012. – С. 146–149.

2. Соколова, Г. Ф. Засоренность и физико-химические показатели залежных земель Дельты Волги до и после введения в оборот / Г. Ф. Соколова, А. С. Хахалева // Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2012. – С. 149–154.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ЗАЛЕЖНЫХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРОТА

А. С. Соколова

*Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого овощеводства и бахчеводства,
г. Камызяк (Россия)*

Целью работы являлось выявление основных закономерностей сукцессионных процессов сорно-полевого компонента агроценозов на землях, выведенных в различное время из сельскохозяйственного оборота.

В задачу исследования входило:

- выявление видового состава сорной флоры на различных по продолжительности залежных землях;
- выделение экологических групп сорной растительности на различных фонах увлажнения;
- изучение агрохимических и физических изменений, происходящих на бросовых землях;
- определение питательной и энергетической ценности сорных растений (кормовых трав) на залежных землях, выведенных в разные годы из хозяйственного оборота;
- изучение влияния продолжительности стояния участка в залежи на экологическую функцию агроценоза.

Результаты исследований показали, что различная по продолжительности залежь засорена яровыми, зимующими однолетними и многолетними сорняками, которые представлены 78 видами из 29 семейств. За вегетационный период на однолетней залежи произрастало наибольшее количество сорных растений.

С увеличением срока залежи до пяти лет общее количество сорняков уменьшалось в 1,5 раза; свыше десяти лет – в 2 раза. Для залежной растительности характерны сезонные изменения. В весенний период доминировали эфемеры – костры, мортуки, в летний – различные виды лебеды и мари. На однолетней залежи преобладали однолетние сорняки. С мая по сентябрь их численность уменьшилась, в среднем, на 10 %. На длительных по срокам залежах в 3 раза возросло количество многолетних сорняков, которые способствовали увеличению общей сырой массы сорно-полевой растительности в 1,5–1,9 раза, а также появлялась древесно-кустарниковая растительность [2].

Значения плотности сложения почвы на однолетней залежи составляли от 1,18 до 1,29 г/см³, для десятилетней залежи свойственно уплотнение почвы в среднем на 0,10 г/см³. На длительной залежи в июле по всему исследуемому горизонту (0,0–0,4 м) зафиксирована самая низкая естественная влажность почвы – 5–13 %, которая не способствовала прорастанию на ней сорной растительности. Больше влаги, в среднем на 2–5 %, отмечалось на однолетней залежи. При сравнении физических показателей почв видно, что десятилетняя залежь менее предпочтительна для возделывания сельскохозяйственных культур [3].

Залежные земли, находясь, длительное время без искусственного орошения, превращаются в аридные зоны, обязательным элементом которых является засоление почвы. Процессы соленакопления всегда в большей или меньшей степени обязаны испарению (осадков выпадало от 120 до 230 мм, испаряемость достигала 600–900 и более, то есть в 4–5 раз больше). И в условиях засушливого климата накопившиеся в почвах и грунтовых водах массы вторичных соединений (соли, глинистые минера-

лы) имели тенденцию к сохранению даже после прекращения процессов соленакопления. Нашим южным районам характерно почти полное отсутствие периодов сезонного рассоления. Исследования показали повышенное содержание суммы водорастворимых солей на десятилетней залежи, особенно в конце жаркого лета.

Таким образом, проведенный агрохимический анализ почв залежных земель разной продолжительности позволял утверждать, что предпочтение следует отдавать 3–5-летним залежам. При вводе таких участков в производственный процесс, с соблюдением всех рекомендаций агрофитоценозы способны давать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Впервые определена питательная и энергетическая ценность сорных растений, произрастающих на различных по длительности залежных землях. Наилучшие показатели химического состава (содержание сырого протеина, жира, золы, клетчатки) сорные растения (кормовые травы) имели на однолетней залежи. По питательности существенной разницы между залежами не выявлено, в среднем она составляла 0,17 к.ед./кг. По содержанию переваримого протеина следует отметить однолетнюю залежь (42,5 г/к.ед.).

Длительные залежи отличались значительным накоплением валовой энергии, превышающим в среднем в 3,6 раза содержание ее на однолетней залежи. Существующие естественные кормовые угодья на различных по длительности залежах, ввиду присутствия на них в значительных количествах эфемеров, характеризующихся ранним использованием, не могли обеспечить поголовье скота полноценными кормами в достаточном количестве [1].

На однолетней залежи произрастало наибольшее количество сорных растений из группы ксерофитов, в которую входят *Eremopyrum orientale* L. и *Eremopyrum triticeum* Gaertner Nevski а также из группы ксеромезофитов, где значительно преобладает *Chenopodium album* L. Длительным по срокам залежам характерны растения из групп мезоксерофитов *Atriplex aucheri* Moq. и *Atriplex tatarica* L. мезофитов *Polygonum aviculare* L. и гигрофитов *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel.

Но надо отметить, что любое пребывание участка в залежном состоянии накапливало в несколько раз меньше солнечной энергии, чем агрофитоценоз. Так возделывание сорго в условиях Астраханской области позволяло накапливать энергии в урожае от 184800 до 253400 МДж/га, это в 30 раз больше, чем накапливали сорные растения на длительных залежах.

Литература

1. Антипенко, Н. И. Питательная и энергетическая ценность сорных растений, произрастающих на различных по длительности залежных землях / Н. И. Антипенко, Г. Ф. Соколова, А. С. Хахалева // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем : материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2012. – Т. 2. – С. 118–120.

2. Соколова, Г. Ф. Видовой состав и структура сорных растений на залежных землях Дельты Волги / Г. Ф. Соколова, А. С. Хахалева // Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2012. – С. 146–149.

3. Соколова, Г. Ф. Засоренность и физико-химические показатели залежных земель Дельты Волги до и после введения в оборот / Г. Ф. Соколова, А. С. Хахалева // Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2012. – С. 149–154.

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*М. В. Лозовская, Р. В. Кондрашин
Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Схема территориального планирования Астраханской области призвана обеспечить устойчивое развитие территории, безопасность и благоприятные условия жизнедеятельности человека, ограничить негативное воздействие хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, а также способствовать рациональному использованию природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений.

В основе разработки целей и задач схемы территориального планирования Астраханской области лежит «Стратегия развития Астраханской области на средне- и долгосрочную перспективу» и целый ряд программных документов. Среди них: национальные проекты, федеральные и областные целевые программы социально-экономического развития Астраханской области. Однако долгожданная реализация схем территориального планирования ряда муниципальных образований Астраханской области порой затруднительна в связи с требованиями, выдвигаемыми режимом охраны природы на ряде территорий.

Существующая сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения в пределах Астраханской области и Северного Каспия играет огромную роль в деле охраны природы, сохранения биоразнообразия водно-болотных экосистем Нижней Волги, являющихся национальным природным наследием, генетическим фондом ее растительного и животного мира. Сеть ООПТ регионального значения создана и поддерживается в соответствии с Федеральным законом от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», Законом Астраханской области от 05.05.2008 г. № 21/2008-ОЗ «Об отдельных вопросах правового регулирования природопользования и охраны окружающей сре-

ды Астраханской области» и Приказом службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области от 02.08.2010 г. № 327 «Об утверждении порядка организации особо охраняемых природных территорий регионального значения в Астраханской области».

Однако сеть требует дальнейшего развития и оптимизации. В настоящее время в состав ООПТ регионального значения включены территории, занятые населенными пунктами, земельные участки с размещенными социально значимыми объектами. Это никак не способствует соблюдению на них режима охраны. Часть территорий ООПТ регионального значения могут и должны быть включены в схемы территориального планирования муниципальных образований Астраханской области при пересмотре границ некоторых региональных памятников природы в связи с существующими реалиями. Однако такой пересмотр должен быть взвешенным, проводиться в строгом соответствии с требованиями законов.

Кроме того, пересмотр границ некоторых региональных памятников природы возможен и необходим при проведении мониторинговых работ, направленных на оценку состояния природных комплексов. Считается, что для ряда ООПТ необходимые сведения имеются в недостаточном объеме и не полно характеризуют их природные комплексы и объекты. Необходимо выполнение специальных полевых обследований их территорий с целью сбора недостающего материала. Соответствующие методики разработаны и с успехом применены для изучения нерестилищ осетровых рыб [1]. Необходимо их использование и на прочих нерестовых массивах.

Литература

1. Инвентаризация нерестилищ в прикаспийских государствах. Обзор базовых отчетов стран по нерестилищам в России, Казахстане, Азербайджане, Иране и Туркменистане. Заключительный отчет. – Проект КаспЭко, 2012.

Ресурсосберегающая среда Волжского бассейна. Оценка состояния и пути формирования

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОЛЬ НАНОДИАГНОСТИКИ И НАНОЗАЩИТЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ – МУТАГЕНОВ, КАНЦЕРОГЕНОВ И ТЕРАТОГЕНОВ

*Д. П. Ануфриев, Д. Ш. Смирнова, В. А. Краснов, Р. В. Смирнов,
Л. В. Боронина, Х. М. Галимзянов, Ш. А. Якубов
Астраханский инженерно-строительный институт,
Астраханский государственный университет,
Астраханская государственная медицинская академия,
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
г. Астрахань (Россия)
Международная академия наук экологии,
безопасности человека и природы
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Одна из главных проблем, сложившихся на рубеже двух тысячелетий связана с охраной здоровья и сохранением рыбных запасов осетровых и белорыбицы. Актуальность решения данной проблемы связана с тем, что только в водной среде встречается более 5 млн химических веществ. Из них около 150 тысяч – поллютанты, имеющие молекулярный вес более 30 тыс. D (дальтон). Они могут выступать в качестве антигенов и тем самым резко угнетают, как врожденный, так и приобретенный иммунитет.

В настоящее время единственной и предопределяющей защитой против загрязнений является ПДК (предельно допустимая концентрация). Однако ПДК разработаны только для 1600 химических наименований. Если учесть эффект синергизма и действие других видов загрязнений (кроме химических это ещё и физические и биологические загрязнения), то становится понятным факт необходимости скорейшей разработки и внедрения более надежного и универсального заслона против загрязнений, особенно против загрязнений-мутагенов и канцерогенов. Таким заслоном является, предлагаемый нами, универсальный нанокритерий качества жизни, основанный на экспресс-нанодиагностике и нанозащите от загрязнений-мутагенов и канцерогенов с использованием наноинструментария «ЯША» и пирамиды матриц «Шаммаса» (Якубов и др., 2009, 2011).

Этим и обусловлена актуальность практического внедрения нанокритерия качества жизни на уровне взаимодействия электронов и протонов. Длительность их взаимодействия определяли с помощью значений спин-спинового и спин-решеточного взаимодействия между ними. Данное время измеряли с помощью приборов, работающих по принципу импульсного когерентного «ЯМР-спектрометра» в сочетании с интегральным накопителем момента-импульса «Фурье-спектрометр» и семикубитовым квантовым вычислителем (Якубов Ш. А., 2010).

Наши экспериментальные данные были получены с помощью трех следующих основных методов: 1) метод «Мёллер-5» (М-5), %, т. е. метод учета частоты рецессивных летальных мутаций, сцепленных с половой X-хромосомой; 2) метод «ЯМР-релаксации» («ЯМР», сек⁻¹), т. е. метод измерения времени спин-спинового (T₂) и спин-решеточного (T₁) взаимодействия электронов и протонов и других частиц, включая античастицы, загрязнений проб-образцов факторов окружающей среды и живых форм, включая человека; 3) метод «Энтропии/негэнтропии» («Э_p/N, бит). т. е. метод определения объема информации от загрязнений проб-образцов по формуле:

$$Э_p/N = -p \lg_2 p = -p \frac{\lg_{10} p}{0,30103}$$

где p – доля микросостояний, определяемая квантовыми законами (Якубов Ш. А., 1992, 2010; Смирнова Д. Ш., 2003).

Значения, полученные этими тремя методами, отражены в медико-генетической пирамиде матриц «Шамаса». Данные методы базируются на методологии «Шамаса», разработанной в ходе многолетних, молекулярно-генетических, экспериментальных исследований с 1968 по 2012 годы. При этом необходимо отметить, что основой для методологии «Шамаса» служил матричный подход к квантовым взаимодействиям частиц и античастиц по Вернеру Гейзенбергу (1901–1976). Данный подход позволил Вернеру сформулировать принцип неопределенностей (Якубов Ш. А., 2010).

В рамках данной методологии был применен наноинструментарий «ЯША». С помощью данного инструментария были получены исходные экспериментальные значения уровня мутагенной, канцерогенной и тератогенной активности загрязнений проб-образцов факторов окружающей природной среды и живых форм, включая человека.

Анализ этих значений (табл. 1) позволил смоделировать имитационную зависимость между фазами М (мутагенность), К (канцерогенность), Т (тератогенность) в рамках трех основных методов: А – «М-5», %; В – «ЯМР», сек⁻¹; С – «Э_p/N», бит.

Таблица 1

Экспериментальная эколого-генетическая пирамида матриц «Шаммаса», отражающая нормативно-правовую нанобазу качества жизни, гарантирующую безопасность жизнедеятельности и охрану здоровья на информационно-энергетическом уровне*

Тератогенность (Т)				
С	(min) 0,90±0,037	(usp) 1,10±0,061	(sp) 1,40±0,062	(max) 1,90±0,037
В	(min) 0,30±0,012	(usp) 0,48±0,021	(sp) 0,50±0,022	(max) 0,70±0,28
А	(max) 1,40±0,063	(sp) 1,10±0,047	(usp) 0,90±0,042	(min) 0,80±0,033
Канцерогенность (К)				
С	(min) 1,50±0,071	(usp) 2,10±0,106	(sp) 1,85±0,072	(max) 2,20±0,095
В	(min) 0,60±0,037	(usp) 1,50±0,061	(sp) 1,15±0,042	(max) 1,70±0,074
А	(max) 1,00±0,046	(sp) 0,70±0,034	(usp) 0,78±0,035	(min) 0,60±0,028
Мутагенность (М)				
С	(min) 2,10±0,081	(usp) 2,35±0,112	(sp) 2,40±0,125	(max) 2,70±0,128
В	(min) 1,60±0,072	(usp) 2,00±0,093	(sp) 2,10±0,095	(max) 2,50±0,128
А	(max) 0,71±0,033	(sp) 0,51±0,019	(usp) 0,50±0,018	(min) 0,31±0,011

Примечание: * – имитационное моделирование между фазами М, К и Т была рассчитана с помощью специально разработанных математических формул на базе принципа неопределенности В. Гейзенбергу в области наложения максимальных и минимальных значений.

Данное имитационное моделирование было проведено на базе специально разработанных математических формул с использованием основ принципа неопределенности по Гейзенбергу и матричной логики. Это позволило нам выявить следующие закономерности того, что:

- достоверность значимости вероятности того факта, что загрязнение имеет свойство мутагена, равна 1 из 1000, т. е. его частота равна 0,001;
- достоверность значимости вероятности того, что загрязнение-мутаген имеет свойство канцерогена, равна 1 из 10000;
- достоверность значимости вероятности того, что загрязнение-мутаген может стать тератогеном, равна 1 из 20000.

Согласно требованиям Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) на 1998 год стоимость анализа одного загрязнения пробы-образца на канцерогенную активность равна 500 000 фунтов стерлингов (Сейц И. Ф., Князев П. Г., 1986).

Следовательно стоимость анализа одного загрязнения пробы-образца на мутагенную активность равна 500 фунтов стерлингов (Якубов Ш. А., 2010).

Стоимость же анализа одного загрязнения на тератогенную активность равна один млн. фунтов стерлингов. Данная стоимость весьма относительна из-за отсутствия продолжительной и устойчивой прямолинейной зависимости между действием загрязнения и его фенотипическим проявлением, т. е. отсутствует линейная зависимость между ними.

При расчетах стоимости анализа загрязнений проб-образцов на мутагенную, канцерогенную и тератогенную активность следует учитывать поправочный коэффициент по Лапласу, равный «2» и средне годовой коэффициент дисконтирования, равный 0,03 и 3% (Якубов Ш. А., 2010; Смирнова Д. Ш., 2030; 2009).

Исходные данные, отраженные в таблице 1, были экспериментально получены с помощью трех основных методов А, В и С в рамках трех фаз – М, К и Т. Эти данные, т. е. измерения были проведены в четырех градациях: максимальной (max), усредненный (usp), средний (sp) и минимальный (min).

Экспериментально полученные данные (табл. 1) позволили нам установить зависимость между этими данными и изменениями нуклеиновых кислот, как в функциональном, так и в структурном отношении. При этом такие странные, точечные мутации, как трансцизия и трансверсия, по всей видимости были вызваны таутомеризацией, релаксацией и резонансом частиц и античастиц азотистых оснований нуклеотидов ДНК и РНК. Кроме того, нами экспериментально установлено, что возникновение и развитие злокачественных новообразований обусловлено достоверным ростом (увеличением) частоты таких точечных мутаций, как трансверсия (Якубов Ш. А., 2010).

Эффективность практического внедрения экспресс-метода нанодиагностики качества жизни и средств защиты от загрязнений-мутагенов, канцерогенов и, по всей видимости, тератогенов во многом предопределена длительностью их применения.

В отличие от классического генетического метода «Мёллер-5» определения мутагенной активности загрязнений проб-образцов с помощью наноинструментария «ЯША», который является основой экспресс-метода нанодиагностики качества жизни, проводится за время от 0,1 до 0,5 часа, а не за один-два месяца.

4320-кратная разница (4320 часов : 0,25 часа). При определении канцерогенной активности загрязнений проб-образцов на базе наноинструментария «ЯША» осуществляется за 10-20 часов, а не за 20–30 месяцев.

14600-кратная разница (219000 часов : 15 часов). Кроме крайне ощутимого выигрыша, преимущества, во времени проведения анализа, т. е. резкого сокращения длительности анализа на определение мутагенной и канцерогенной активности загрязнений проб-образцов, внедрение методологии «Шаммаса» дает достоверно значимое экономическое преимущество при применении скрининг-анализа. Например, при 10% эффективности скрининг-анализа в пересчете на 100 проб это экономическое преимущество составляет в среднем до 45 045 000 фунтов стерлингов при совместном анализе загрязнений проб-образцов на мутагенную и канцерогенную активность.

В стоимостной форме эффективность вычисляется по следующей формуле: $500 \text{ фунтов стерлингов} \times 90 = 45 \text{ 000 фунтов стерлингов}$ при анализе загрязнений на мутагенную активность и $500 \text{ 000 фунтов стерлингов} \times 90 = 45 \text{ 000 000 фунтов стерлингов}$ при анализе загрязнений на канцерогенную активность. Это без учета среднегодового коэффициента дисконтирования 0,03 или 3 %. С учетом данного коэффициента за 26 лет экономическая эффективность составили 78 %, т. е. 35 135 100 фунтов стерлингов.

Следовательно, общее экономическое преимущество внедрения скрининг-анализа на мутагенную и канцерогенную активность загрязнений проб-образцов факторов окружающей природной среды и живых форм, включая человека, при 10%-ной эффективности к 2012 году составляет 80 180 200 фунтов стерлингов.

Данная сумма служит финансово-материальной основой, т. е. обоснованием для скорейшего практического внедрения эффективных средств и приемов как защиты от загрязнений мутагенов и канцерогенов, так и раскрытия молекулярно-генетических механизмов возникновения и развития злокачественных новообразований. Предлагаемая нами нанозащита от мутагенов и канцерогенов базируется на знании природных механизмов их действия на процессы жизнедеятельности живых форм, включая человека. Например, достоверно значимая эффективность применения защитных биомембран-антенн против электромагнитных излучений, как мутагенов, так и канцерогенов основана на максимальной нейтрализации их пагубного воздействия на нейтроны и клеточные рецепторы, в частности, и на врожденный и приобретенный иммунитет в целом (Якубов Ш. А., 2010).

Универсальность практического внедрения в стройиндустрии, транспорте, связи, нефтегазовом и агропромышленном комплексах, фармакологии, энергетике, пищевой промышленности и других отраслях экономики, включая медицину, методологии «Шаммаса», т. е. экспресс-метода ранней нанодиагностики качества жизни, гарантирующего безопасность жизнедеятельности и охрану здоровья, связана с тем, что данная методология ста-

вит заслон против загрязнений мутагенов и канцерогенов. Загрязнения, имеющие время релаксации спин-спинового и спин-решеточного взаимодействия электронов и протонов, меньше $2,0 \text{ сек}^{-1}$ должны быть нейтрализованы и устранены из круговорота химических веществ в природе.

В заключение необходимо отметить, что если загрязнения проб-образцов живых форм, включая человека, как это видно из таблицы 1, имели мутагенную активность в фазе М (мутагенность):

А – больше $0,31 \pm 0,011, \%$;

В – меньше $1,60 \pm 0,037, \text{сек}^{-1}$;

С – меньше $1,50 \pm 0,071, \text{бит}$;

в то время как в фазе Т (тератогенность) данные значения были равны:

А – больше $0,80 \pm 0,033, \%$;

В – меньше $0,30 \pm 0,012, \text{бит}$;

С – меньше $0,90 \pm 0,037, \text{бит}$,

т. е. данные пробы-образцы это в основном ДНК и РНК подвергаются более подробному анализу на приборе 3500 Genetic Analyzer, производства компании Applied Biosystems.

Фаза КАНЦЕРОГЕНЕЗА, как следует из пирамиды матриц «Шаммаса», характеризуется как линейной так и не линейной (полиминальной, т. е. криволинейной) зависимостью. При этом экспериментально было установлено, что пусковым атомно-молекулярным – механизмом, возникновение и развитие злокачественных новообразований являются по всей видимости точечные, генные мутации – трансверсии. Это было установлено с помощью экспериментального имитационного моделирования.

Одной из причин вызывающих возникновения данной мутации может служить электромагнитные излучения, которые посредством релаксации таутомеризации и резонанса протонов и электронов азотистых оснований, вызывает структурные и функциональные изменения нуклеиновых кислот. Следовательно защита от электромагнитных излучений – это защита от злокачественных новообразований, т.е. является средством борьбы с онкозаболеваниями.

Таким образом, в заключение следует отметить, что вышеприведенные данные были получены в результате многолетних экспериментальных молекулярно-генетических исследований, проведенных Творческим коллективом ученых и специалистов из ряда ведущих учебных, научных и производственных учреждений страны и зарубежья под общим руководством вице-президента Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), имеющей представительство в ООН, доктора биологических наук, академика МАНЭБ Якубова Ш. А.

Литература

1. Ануфриев, Д. П. Электромагнитное загрязнение в стройиндустрии, как основной фактор медико-генетической опасности для здоровья / Д. П. Ануфриев, Д. Ш. Смирнова, Ш. А. Якубов. – М. : ООО «Глобус», 2009. – 448 с.
2. Краснов, В. А. Значение информации для генной инженерии, как критерия генетического гомеостаза особи и популяции / В. А. Краснов // Вестник АГТУ, 2004. – № 2 (21). – С. 208–214.
3. Сейц, И. Ф. Молекулярная онкология / И. Ф. Сейц, В. А. Князев. – Л. : Медицина, 1986. – 352 с.
4. Смирнов, Р. В. Перспектива применения новейших информационных технологий при изучении экосистем малых водотоков Волго-Каспия / Р. В. Смирнов. – Астрахань : ООО «Центр полиграфии по распространению научно-технической, экономической и экологической документации», 2007. – 522 с.
5. Смирнова, Д. Ш. Альтернативная стоимость человеческого ресурса в условиях традиционного техногенного экономического развития / Д. Ш. Смирнова. – Воронеж : Издательская группа учебного центра агробизнеса, 2003. – 295 с.
6. Якубов Ш. А. Доктора наук, профессора Астраханского государственного технического университета. – Астрахань : АГТУ, 2010. – 341 с.
7. Якубов, Ш. А. Анализ механизмов адаптации живых форм к загрязнениям водной среды / Ш. А. Якубов, В. А. Краснов, Д. Ш. Смирнова, Р. В. Смирнов // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений : матер. I Междунар. науч.-практич. конф. – Астрахань : Изд-во КаспНИРХ, 2005. – С. 101–109.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД ИКРЯНИНСКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. С. Щербакова, Е. Г. Локтионова
Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)

Поверхностные воды Астраханской области представлены рекой Волгой, ее многочисленными рукавами, сложной системой пойменных и дельтовых проток, ериков, пресными, солеными озерами и Каспийским морем. Низовья Волги характеризуются чрезвычайно развитой гидрографической сетью. Вниз по течению ветвление водотоков возрастает и при впадении в Каспий, Волга насчитывает около 800 устьев. Волга течет в пределах границ МО «Икрянинский район» в районе рабочего поселка Ильинка. После отделения от нее Бузана, уже в дельте делится на 23 мелких водотока и переходит в свой главный судоходный банк – рукав Бахтемир, который является западным рукавом дельты Волги [5]. Русловая сеть системы Бахтемира редка, что связано с сосредоточением стока по основному направлению. В его системе насчитывается около 40 более мелких водотока. Бахтемир питает через свою водопроводящую сеть в период ве-

сеннего половодья район западно-подстепных ильменей. Река берет начало в 18 км ниже Астрахани и в дальнейшем отделяет влево рук. Старая Волга [1].

Основная особенность развития территориальной структуры МО «Икрянинский район» – ее значительная вытянутость вдоль линии реки Бахтемир. Территория района включает в себя участки придельтовых западных ильменей и пойменные земли центральной и западной части дельты р. Волги, подверженные затоплениям паводками различной обеспеченности [9].

Поступление загрязняющих веществ в водные объекты МО «Икрянинский район» происходит от источников, расположенных как на территории Астраханской области, так от источников загрязнения собственной территории. Основным объемом загрязняющих веществ на территорию района поступает с транзитным стоком волжских вод [9]. Источниками загрязнения поверхностных и подземных вод района являются площадки предприятий с неорганизованным сбором промливневых стоков, портово-промышленные зоны и речной флот, выгребные ямы на территории населенных мест, объекты размещения канализационных стоков и нечистот (поля фильтрации), площадки складирования навоза. Существующие в населенных пунктах канализационные насосные станции, напорные коллекторы и канализационные сети на настоящий момент имеют износ более 80 %. Во многих селах действуют системы канализации от отдельных общественных предприятий. Стоки их после механической очистки сбрасываются в реки. Ливнево-дренажные воды сбрасываются в водоемы без очистки. Только незначительная часть иловых осадков на очистных сооружениях утилизируются. Обеспеченность жилого фонда Икрянинского района централизованной канализацией составляет 8,7 %. В основном сбор сточных вод осуществляется в выгребные ямы с последующим вывозом на свалки [9].

Здесь развита машиностроительная промышленность, которая вносит свой вклад в комплекс антропогенных факторов. На основном крупном предприятии района – ОАО «Судостроительный завод «Красные Баррикады» основными источниками загрязнения окружающей среды являются: литейное производство, травильные, гальванические, сварочные и окрасочные цеха [8]. Серьезную угрозу для окружающей природной среды района представляют собой предприятия, осуществляющие хранение и перевалку нефти и нефтепродуктов. На территории МО «Икрянинский район» в северо-западной части МО «Рабочий поселок Ильинка» расположен транспортный узел ООО «ЛУКОЙЛ-магистральный нефтепродуктопровод» и Астраханского филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефтепродукт». Также на территории района функционирует ЗАО «Производственный комплекс «ЭКО+», который специализируется на зачистке всех типов судов и береговых хранилищ от нефтяных остатков, приеме и обезвреживании отходов бурения скважин, жидких и твердых нефтесодержащих отхо-

дов, соляных растворов, ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов, также предполагает осуществлять их перевалку [4].

В последние десятилетия в бассейне р. Волги и Каспийского моря происходят существенные изменения гидрологического режима, что уже привело к ухудшению социально-экономической, водохозяйственной и экологической обстановки, выразившемуся в частности в значительном повышении зимнего притока вод в низовья Волги, сокращению объема весеннего половодья и его продолжительности. В результате нерационального управления водными ресурсами только рыбное хозяйство Волго-Каспия за 50 лет регулирования стока потеряло в уловах более 2 млн т ценных промысловых видов рыб, заросли и обмелели каналы-рыбоходы, обмелели многочисленные мелкие и средние водотоки дельты Волги, в стадии деградации находится уникальный район Западных подступных ильменей [2].

Нами была проведена оценка качества поверхностных вод в муниципальном образовании «Икрянинский район» в весенне-летний период 2012 г. Объектом исследования служила природная (рук. Бахтемир, р. Волга) и водопроводная вода. Для определения качества воды применялись стандартные методики [6]. Определение наличия тяжелых металлов проводилось полуколичественным методом с использованием реакции с дити-зоном.

Согласно данным, по общей жесткости вода Икрянинского района относится к средне жестким [3, 7]. В весенне-летний период 2012 года наиболее высокое значение жесткости в р. Волга ($8,5 \text{ мг-экв/дм}^3$), наиболее низкое в пробе питьевой воды п. Трудфронт ($5,6 \text{ мг-экв/дм}^3$). Полученные данные представлены на рис. 1.

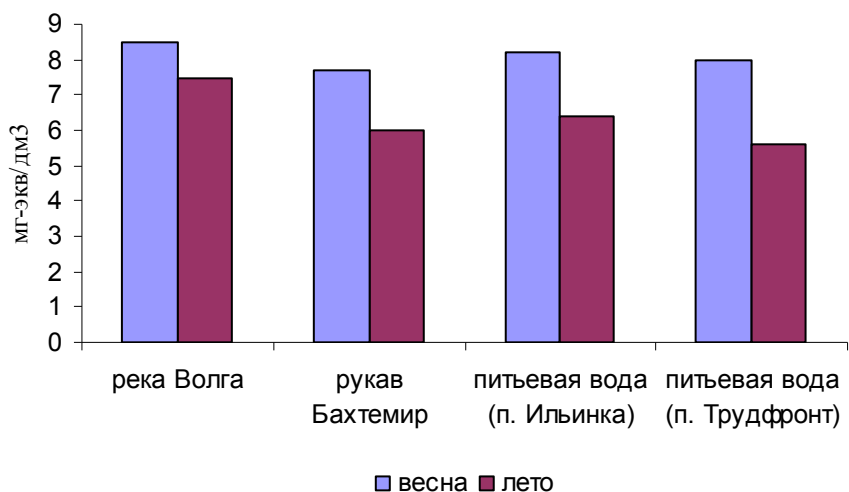


Рис. 1. Общая жесткость поверхностных вод в 2012 г.

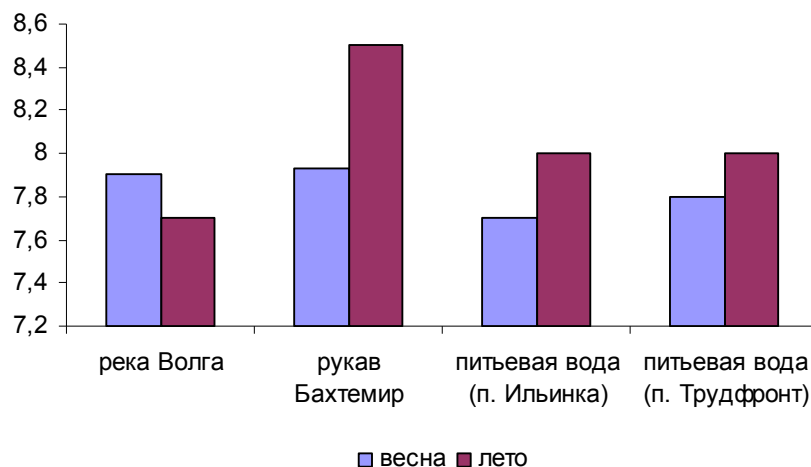


Рис. 2. Водородный показатель поверхностных вод в 2012 г.

pH воды во многом определяет характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. Вода всех исследуемых водных объектов и водопровода относится к классу слабощелочных вод в весенне-летний период 2012 г. (pH 7,5–8,5). Величина pH изменялась от 7,7 (проба питьевой воды раб. пос. Ильинка и р. Волга) до 8,5 (рук. Бахтемир) (рис. 2).

Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от степени минерализации и температуры [7]. По величине электропроводности можно с определенной степенью погрешности судить о минерализации воды. Электропроводность не нормируется, но величина 2000 мкС/см примерно соответствует общей минерализации в 1000 мг/дм³. Полученные величины удельной электропроводности вод Икрянинского района позволили сделать вывод о достаточно высоком содержании минеральных солей в пробах воды. Особенно резко возросло их значение в летний период после спада половодья в пробе воды р. Волга летом (676 мсим) (рис. 3).

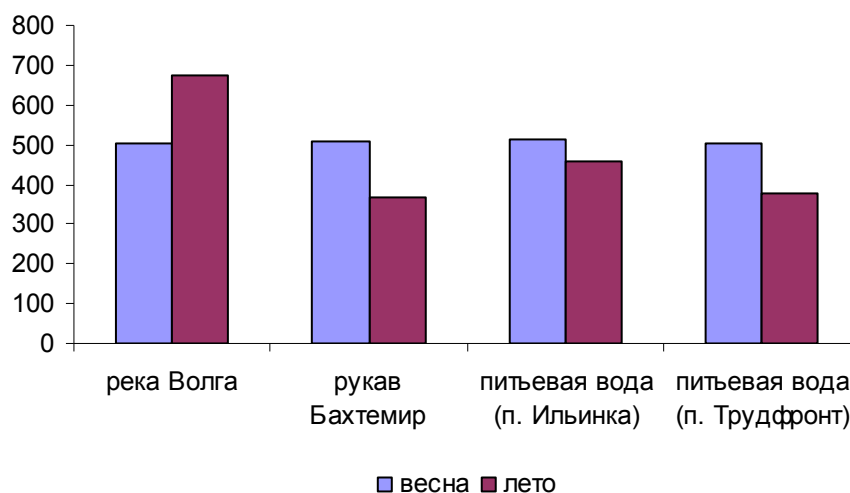


Рис. 3. Электропроводность поверхностных вод в 2012 г.

Окисляемость является очень удобным комплексным параметром, позволяющим оценить общее загрязнение воды органическими веществами. Анализ полученных данных по перманганатной окисляемости показал, что поверхностные воды Икрянинского района относятся к водам средней окисляемости в период половодья. Окисляемость воды в р. Волга и рук. Бахтемир находится в пределах 5,8–5,4 мгО/дм³, питьевой воды – 3,7–5,1 мгО/дм³, то есть не превышает нормативных значений (рис. 4). На спаде половодья, когда талые воды сносятся с поверхности и выщелачивают из почв различные растворимые органические вещества, она повышается до 9,2–20,5 мгО/дм³, в питьевой воде от 6,4 до 9 мгО/дм³. Наибольшее значение окисляемости в пробе воды «р. Волга».

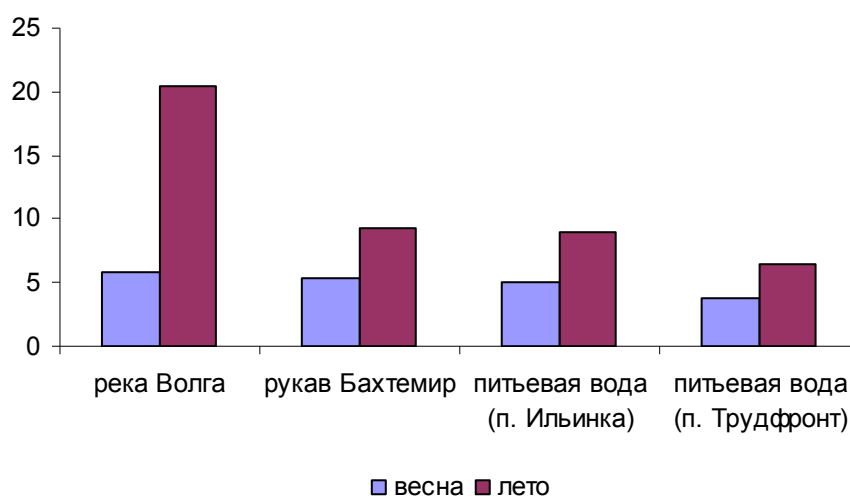


Рис. 4. Перманганатная окисляемость поверхностных вод в 2012 г.

Результаты исследований полуколичественным методом содержания тяжелых металлов приведены в таблице 1. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о незначительном их содержании в водопроводной воде в весенне-летний период 2012 г.

Таблица 1

Наличие тяжелых металлов в поверхностных водах Икрянинского района

Наименование объекта исследования	Весна	Лето
Река Волга	нет	незначительное содержание
Рук. Бахтемир	нет	нет
Питьевая вода (п. Ильинка)	незначительное содержание	
Питьевая вода (п. Трудфронт)	незначительное содержание	

Повышение качества волжской воды возможно только при выполнении водоохраных мероприятий на всем протяжении реки Волги, ликвидации сбросов в нее неочищенных стоков на выше расположенной территории, организации водоохранной зоны реки и соблюдении в ее пределах

режима хозяйственной деятельности, установленного Водным кодексом РФ. Влияние регионального фактора на состояние поверхностных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей населением МО «Икрянинский район», в перспективе сохранится.

Литература

1. Быстрова, И. В. Характеристика малых водотоков и перспективы их использования (на примере Западной ильменно-бугровой равнины) / И. В. Быстрова, А. З. Карабаева // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоемов внутреннего стока Евразии : материалы X Международной конференции, посвященной 450-летию Астрахани (Астрахань, 25–30 апреля 2009 г.). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2009. – С. 324–325.

2. Бесчетнова, Э. И. О необходимости подготовки специалистов в области гидрометеорологии, гидротехники и гидромелиорации / Э. И. Бесчетнова, П. И. Бухарицин // Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблемы их управления : материалы научно-практической конференции (18–19 ноября 2009 г., г. Астрахань) / АГУ, КаспНИРХ, АГТУ. – Астрахань, 2009. – С. 25.

3. Жесткость [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.water.ru/bz/param/harshness.shtml>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

4. Инвестиционные предложения Астраханской области / Министерство экономического развития Астраханской области. – Астрахань, 2008. – С. 34–35.

5. Карабаева, А. З. Экологическое состояние водотоков дельты реки Волги / А. З. Карабаева // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления : материалы Всероссийской научно-практической конференции (3–5 октября 2007 г.). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2007. – С. 125–127.

6. Локтионова, Е. Г. К методологии оценки качества вод различного типа / Е. Г. Локтионова, Ю. М. Дедков // Вестник Московского государственного областного университета. Серия Естественные науки. Выпуск Химия и химическая экология. – М. : Изд-во МГОУ, 2006. – № 3. – С. 76–84.

7. Никаноров, А. М. Гидрохимия : учебник / А. М. Никаноров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.

8. Основы экологии и природопользования : учеб. пособие / В. Л. Дикань, А. Г. Дейнека, Л. А. Позднякова, И. Д. Михайлов, А. А. Каграманян. – Харьков : ООО «Олант», 2002. – 228 с.

9. Схема территориального планирования муниципального образования «Икрянинский район» Астраханской области // Материалы обоснования схемы территориального планирования. – Астрахань : ООО «Астраханский градостроительный центр», 2010. – Т. 2, кн. 2.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

Е. В. Галлей

*Каспийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства, г. Астрахань (Россия)*

Дельта Волги является весьма сложным и неповторимым геоморфологическим объектом. Она весьма чувствительна к изменениям внешних условий, в которых она развивается. К естественным изменениям климата, режима рек и т. п. прибавились новые мощные факторы, связанные с хозяйственной деятельностью человека. Развитие промышленности и сельского хозяйства отражается не только на количестве поступающей в море речной воды, но и на ее качестве, что неизбежно сказывается на условиях обитания рыб [1, с. 1–2].

Исследования пестицидного загрязнения дельтовых вод проводились на Волго-Каспийском, Белинском и Кировском судоходно-рыбоходных каналах.

Основная задача заключалась в токсикологическом мониторинге уровня содержания хлорорганических пестицидов (ХОП) в поверхностных водах дельты р. Волги.

В основных каналах дельты общей закономерностью относительно 2010 года являлось повышение содержания α -ГХЦГ во всех основных каналах-рыбоходах в 3,3 раза и снижение уровня содержания ДДЕ в 3,4 раза (рис. 1).

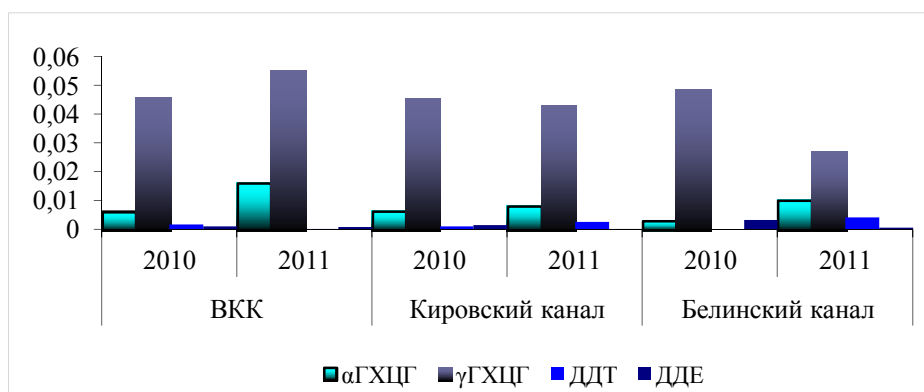


Рис. 1. Среднегодовое содержание пестицидов в основных каналах дельты р. Волги, мкг/л

Как и в 2010 году, в компонентном составе доминировали токсиканты группы гексахлорциклогексана (ГХЦГ). Загрязнение дельтовых вод было однородным, с небольшим превышением в водах Волго-Каспийского канала. В поверхностных водах ВКК, Кировского и Белинского каналов α -ГХЦГ присутствовал в 50,0, 40,0 и 33,3 % исследованных проб; γ -ГХЦГ – в

45,0, 60,0, и 46,7 % проб; ДДТ – в 5,0, 13,3 и 6,7 % проб; ДДЕ – в 20,0, 13,3 и 13,3 % проб соответственно. Концентрации токсикантов в водах дельты изменялись в широком диапазоне.

При исследовании сезонной динамики во всех исследуемых водотоках для изомеров ГХЦГ наблюдалось повышение содержания поллютантов от весеннего периода к летнему (в ВКК – в 3,5 раза, в Кировском канале – в 4,2 раза, в Белинском – в 1,3 раза) с последующим снижением к осени (в 1,6 и 3,7 раза соответственно). Исключение составил Белинский канал, где концентрации в осенний период возросли в 2,3 раза (рис. 2).

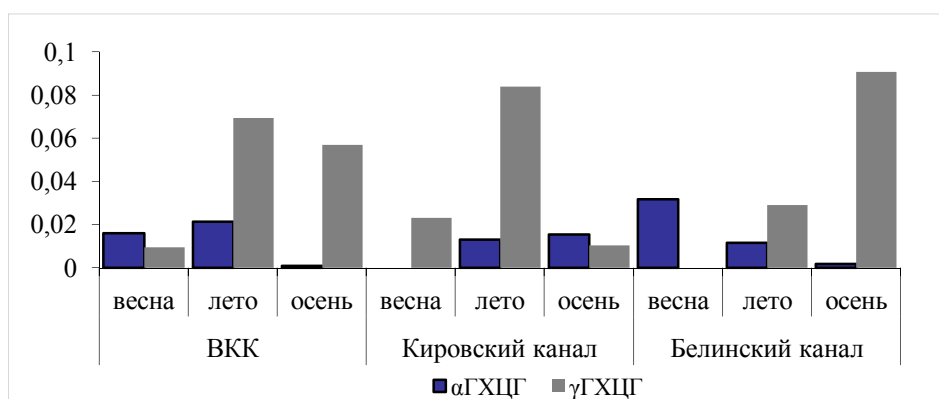


Рис. 2. Сезонная динамика содержания ХОП в поверхностных водах дельты р. Волги, мкг/л

Весной в Волго-Каспийском и Белинском каналах компонентный состав ХОП был представлен изомерами α-ГХЦГ (от 0 до 0,0561 мкг/л), что свидетельствует о «старом» загрязнении в результате взмучивания донных осадков в период прохождения волны половодья [3, с. 36–41]. В Кировском канале доминировали γ-ГХЦГ (от 0 до 0,0661 мкг/л). Единичные случаи обнаружения ДДТ (0,0442 мкг/л) и ДДЕ (0,0025 мкг/л) регистрировались в районе п. Верхнекалиновский. Наибольшие значения α- и γ-ГХЦГ зафиксированы в нижней зоне Белинского (12-я Огневка) и Кировского каналов (пр. Рытый) соответственно.

Наибольшей загрязненностью пестицидами в летний период характеризовались воды Волго-Каспийского и Кировского каналов. Максимальные концентрации изомеров ГХЦГ в ВКК отмечались в середине лета (июль) в районе 4-й Огневки (α-ГХЦГ – 7,6 ПДК) и у с. Приволжье (γ-ГХЦГ – 31,5 ПДК) [2, с.14-15]. Метаболит группы ДДТ – ДДЕ встречался единично в июле (0,25 ПДК) и в августе (0,4 ПДК) у с. Икряное, что свидетельствует о вторичном загрязнении водоема. Наибольшее содержание α-ГХЦГ в Кировском канале регистрировалось в послеполоводный период (июнь) в верхней и средней зонах дельты р. Волги у с. Яксатово (5,4 ПДК) и п. Верхнекалиновский (4,4 ПДК), что, вероятно, было обусловлено поступлением токсикантов в составе полых вод в результате смыва с водосборной площади, вымывания из донных отложений и др.

Максимальная величина γ -ГХЦГ (11,0 ПДК) и ДДЕ (0,3 ПДК) регистрировалась в июле у с. Яксатово. В поверхностных водах Белинского канала повышенные значения концентраций хлорорганических пестицидов наблюдались в период летней межени (июль): максимальная величина α -ГХЦГ (6,0 ПДК) регистрировалась в нижней зоне дельты в районе 12-й Огневки, γ -ГХЦГ (9,9 ПДК) – в верхней точке канала, в истоке р. Бузан. ДДТ и его метаболит ДДЕ в исследованных пробах не обнаружены.

В осенний период повышенное содержание хлорорганических соединений наблюдалось в поверхностных водах Белинского канала, где по сравнению с аналогичным периодом 2010 года произошло увеличение содержания всех исследуемых токсикантов. Максимальные концентрации изомеров ГХЦГ, зарегистрированные на выходном участке Белинского канала (α -ГХЦГ – 0,6 ПДК, γ -ГХЦГ – 14,9 ПДК), свидетельствуют об активном применении этих токсикантов в исследуемом районе. Максимум ДДТ (8,5 ПДК) и его метаболита ДДЕ (1,1 ПДК) приурочен к истоку рук. Бузан. Высокое значение коэффициента γ -ГХЦГ/ α -ГХЦГ > 1, составившее 47,8, говорит о «свежем» загрязнении водоема линданом.

Водные массы Волго-Каспийского канала относительно осеннего периода 2010 года характеризуются снижением содержания как изомеров ГХЦГ, так и ДДТ в 1,2 и 3,1 раза соответственно. Наибольшее содержание γ -ГХЦГ (10,3 ПДК) регистрировалось в нижней зоне дельты р. Волги в районе 4-й Огневки. Единичные случаи обнаружения α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ фиксировались в разных районах исследуемой акватории, не превышая значения ПДК.

В поверхностных водах Кировского канала осенью незначительно возросли концентрации ДДТ относительно аналогичного периода 2010 года и снизилось содержание изомеров ГХЦГ в 2,6 раза. Максимальные значения концентраций α -ГХЦГ (3,2 ПДК) и ДДТ (0,7 ПДК) регистрировались в нижней зоне дельты у пр. Рытый, γ -ГХЦГ (3,2 ПДК) – у с. Яксатово.

В целом во все периоды наблюдений повышенное содержание α -ГХЦГ было характерно для средней зоны ВКК (4-я Огневка), средней зоны Кировского банка (п. Верхнекалиновский) и приморской зоны Белинского банка (водопост 12-я Огневка). Высокие концентрации γ -ГХЦГ наиболее часто регистрировались в летне-осенний период в верхней зоне дельты (п. Приволжье, с. Яксатово, в истоке рук. Бузан). Во всех изучаемых каналах дельты р. Волги в исследуемый период произошло увеличение уровня содержания γ -ГХЦГ и ДДТ от истоков каналов к нижней зоне русла, обусловленное уменьшением разбавления концентраций этих токсикантов.

Таким образом, в 2011 году в низовьях р. Волги в основном наблюдалось увеличение загрязнения вод хлорорганическими пестицидами, т. е. отмечалось повышение концентраций как изомеров ГХЦГ, так и возрастание уровня содержания ДДТ, свидетельствующее о продолжающемся использовании этих препаратов в аграрном секторе.

Литература

1. Буданов, В. И. Современная динамика развития дельты Волги. Обзорная информация, сер. 9 / В. И. Буданов // Промысловая океанология. Вып. 1. – 1975. – С. 1–2.
2. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. – Обнинск : ГОИН, 2009. – С. 14–15.
3. Семенов, А. Д. Проблемы загрязнения Азовского моря пестицидами / А. Д. Семенов // Водные ресурсы. – 2005. – № 4. – С. 36–41.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ

Н. В. Карыгина, Л. В. Дегтярева

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
г. Астрахань (Россия)*

В современный период в дельте р. Волги существует много экологических проблем, для решения которых необходимо проведение мониторинга за содержанием токсикантов. Донные отложения (ДО), аккумулирующие загрязняющие вещества, представляют особый интерес как наиболее информативный объект экологического состояния водоема.

Самыми опасными загрязнителями грунтов являются такие органические соединения, как нефтепродукты. Их содержание в составе органического вещества (ОВ) в незагрязненных ДО варьирует от сотых до десятых долей [1, с. 14–15]. Превышение этого показателя свидетельствует о хроническом нефтяном загрязнении.

В настоящей работе проведены исследования донных отложений (ДО) основных рукавов дельты р. Волги (Волго-Каспийского, Кировского и Белинского каналов) с целью оценки их загрязненности. Образцы отбирались в верхних, средних и нижних створах с апреля по октябрь 2008–2010 гг. Всего было отобрано 193 пробы, в которых определены гранулометрический состав, органический углерод (показатель органического вещества) и экстрагируемые нефтяные углеводороды (ЭНУ).

Распределение органических соединений в значительной степени зависит от дисперсности осадков. Наибольшая интенсивность накопления органики свойственна заиленным грунтам, обладающим высокой сорбционной способностью.

В водотоках дельты р. Волги распространены мелкозернистые пески, песчанистые и алевритистые илы, илы. В составе ДО верхней зоны дельты преобладают песчанистая ($d = 0,5–0,1$ мм) фракция; нижней части – алевритовая ($d = 0,1–0,01$ мм) (рис. 1).

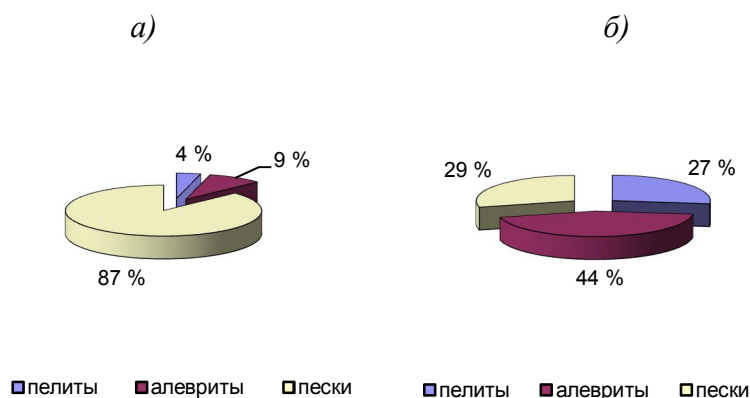


Рис. 1. Гранулометрический состав ДО верхней (а) и нижней (б) зон дельты

Процентное содержание алевритовых частиц в составе ДО возрастает с глубиной водоема. На взморье, в условиях усиленного волнения и активного перемешивания осадочного материала, данная закономерность не прослеживается. Зависимости содержания более мелкой пелитовой фракции ($d < 0,01$ мм) от глубины не выявлено, что, видимо, объясняется ее большей подвижностью в условиях повышенной динамики водных масс.

Содержание органического углерода ($C_{орг}$) в ДО Главного банка за исследуемый период изменялось от 0,07 % до 2,58 %, Кировского – от 0,13 до 2,28 %, Белинского – от 0,09 до 2,14 %. Интенсивность накопления $C_{орг}$ грунтами незначительно увеличивалась от верхней зоны к нижней. Выявлена умеренная зависимость содержания органики в ДО от процента пелитов и алевритов в осадке. Коэффициент корреляции не превышал +0,67. Максимальные концентрации отмечены в грунтах Волго-Каспийского канала (с. Икряное, 4-я Огневка).

Наибольшее содержание $C_{орг}$ отмечалось в летний период, что обусловлено сезонным отложением органического материала в грунты. Осенью с развитием процессов минерализации наблюдалось снижение уровня накопления $C_{орг}$ в ДО в среднем с 0,64 до 0,53 %.

Содержание ЭНУ в ДО, в основном, было невысоким. Средние показатели для разных каналов за весь период наблюдений были близкими по величине: в ДО Кировского канала – 22,7; Волго-Каспийского канала – 19,0; Белинского канала – 19,6 мг/кг сухого веса. При этом значения варьировали в достаточно широких пределах. Максимальный разброс данных был характерен Кировскому каналу – от 5,0 до 200,3 мг/кг с.в. В отсутствии норматива допустимой концентрации ЭНУ в осадках для интерпретации данных использовали пороговый уровень содержания этих токсикантов в незагрязненных илистых грунтах, равный 50 мг/кг с.в. [1, с. 14–15]. Частота обнаружения значений, превышавших этот показатель, составляла 5,2–10,2 %. Сезонных изменений в содержании ЭНУ в ДО не выявлено.

Значимых статистических зависимостей распределения углеводородов от степени дисперсности ДО не обнаружено, хотя при переходе от

песчаных грунтов к илистым содержание ЭНУ увеличивалось в несколько раз. Обнаруженная слабая статистическая связь между распределением $C_{орг}$ и нефтяных углеводородов свидетельствовала о поступлении этих соединений из разных источников.

В пространственном распределении концентраций ЭНУ выделялись два района дельты, где чаще всего фиксировались высокие показатели токсикантов – в верхнем створе Кировского канала у с. Табола (в среднем 28,7 мг/кг) и среднем створе Белинского канала у с. Сизый Бугор (в среднем 28,4 мг/кг), которые следует считать зонами наибольшего загрязнения углеводородами.

С целью оценки нефтяного загрязнения ДО был проведен пересчет концентраций ЭНУ в концентрации ОВ [2]. Доля углеводородов в составе органического вещества в каналах дельты была невысокой и составляла в основном десятые доли процента, что характерно для современных незагрязненных отложений. Максимум был обнаружен в нижней зоне дельты, где процент углеводородной составляющей на всех каналах превышал фоновый уровень в 3,2–11,4 раза. Значительное превышение фоновой величины было также характерно для верхней зоны дельты (рис. 2).

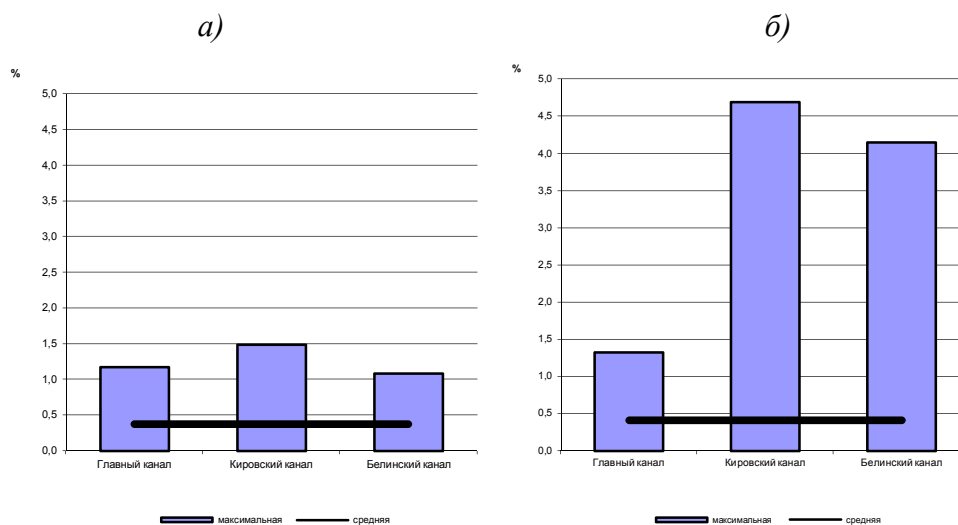


Рис. 2. Доля нефтяных углеводородов в составе органического вещества ДО верхней (а) и нижней (б) зон дельты

При сравнении полученных данных с результатами исследований, проведенных авторами в Северном Каспии в 2008–2010 гг. [3], выявлено, что доля углеводородов в составе ОВ осадков дельты р. Волги в целом в 3,3 раза выше.

Таким образом, оценивая экологическое состояние водотоков дельты р. Волги, можно считать, что уровень нефтяного загрязнения ДО в целом был невысоким, за исключением нескольких локальных участков, где отмечено превышение порогового показателя для незагрязненных грунтов. Зона активного накопления углеводородов располагалась в нижней части

дельты Волги, являющейся своеобразным барьером в распространении токсикантов из реки в шельфовую зону Каспийского моря. Это обусловлено распространением в нижнем створе дельты тонкодисперсных отложений с высокими сорбционными свойствами, что приводит к увеличению интенсивности накопления органики и, соответственно, возрастанию процентного содержания нефтепродуктов в составе органического вещества. Депонированию токсикантов способствовали также заносимость и зарастание высшей водной растительностью выходных участков каналов, наблюдаемые в последние годы. Для улучшения экологической ситуации необходимо проведение мониторинга за состоянием водных объектов, дноуглубительных работ и контроля над несанкционированным поступлением токсикантов в водоемы.

Литература

1. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. – Обнинск : ГОИН, 2009.
2. Методы исследования органического вещества в океане / под ред. Е. А. Романкевича. – М. : Наука, 1980. – 343 с.
3. Дегтярева, Л. В. Геохимические аспекты содержания нефтяных углеводородов в составе органического вещества в аквасистеме Северного Каспия / Л. В. Дегтярева, Н. В. Карыгина // Фундаментальные и инновационные аспекты биогеохимии : мат. VIII биогеохимической школы. – М. : ГЕОХИМ РАН, 2011. – С. 170–172.

ВЛИЯНИЕ ПОЛОВОДЬЯ НА ИНВАЗИЮ ОБЫКНОВЕННОЙ ЩУКИ (*ESOX LUCIUS LINNAEUS*, 1758) ЦЕСТОДАМИ *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* (CESTODA: TRIAENOPHORIDAE) В НИЗОВЬЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

В. В. Проскурина, О. Н. Рылина

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
г. Астрахань (Россия)*

Дестабилизирующее воздействие человека на окружающую среду, особенно четко обозначившееся во второй половине XX-го столетия, столь мощно и многогранно, что без учета его влияния уже невозможно впредь оценивать фундаментальные изменения, происходящие в структуре и функционировании любых водных и наземных экосистем, а стало быть, и паразитарных систем как их составляющих.

Паразитарные системы – это устойчивые саморегулирующиеся структуры, характеризующиеся определенными векторами и скоростями их изменений в зависимости от факторов среды. Часто наблюдаемые изменения численности сочленов паразитарных систем могут колебаться в широких пределах, однако, благодаря процессам саморегуляции, это не при-

водит к разрушению систем [1]. Так происходит в паразитарных системах не подверженных или подверженных в незначительной степени влиянию антропопрессии. Однако сбалансированность паразитарных систем может принципиально нарушаться в условиях значительной трансформации окружающей среды. Это, прежде всего, проявляется на урбанизированных территориях. Происходит нарушение механизмов саморегуляции и удлинение периодов, необходимых для их стабилизации на качественно иных уровнях [2].

На современном историческом этапе темпы эволюционных процессов, протекающих в паразитарных системах, ускорились. Из более или менее упорядоченных (сбалансированных), что было достигнуто длительной коэволюцией биологических сочленов паразитарных систем, они превращаются в хаотичные (разбалансированные), что способствует торможению процессов естественной коадаптации паразитов и их хозяев [3]. В результате этих изменений нарушается один из фундаментальных принципов паразитологии, связанный с взаимной «селекцией на совместимость» в ходе коэволюции паразита и хозяина, направленный на отбор слабовирулентных форм паразита и повышение устойчивости хозяина [4]. Следствием этого могут быть вспышки численности паразитов, эпизоотии и даже гибель популяций отдельных свободноживущих видов, переход сообщества в новое, иногда в менее устойчивое состояние. Поэтому количественные показатели фауны паразитических организмов в момент исследования принимаются как конечный результат взаимодействия всех ингредиентов окружающей среды в совокупности [5–8]. Как упоминалось выше, численность сочленов различных паразитарных систем может варьировать, но это не должно приводить к глобальному нарушению связей внутри паразитарных систем и к их непосредственному разрушению. В критическом случае паразитарная система восстанавливает свой гомеостаз за счет проявления агрессивности одного из звеньев по отношению к другим.

Результаты наблюдений за зараженностью половозрелой обыкновенной щуки (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), проведенных в нижней зоне дельты Волги в 1996-2011 гг., свидетельствовали о том, что неотъемлемой частью ее компонентного паразитарного сообщества являлись гельминты *Tri-aenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) – специфичные паразиты щуки. При этом ежегодно у ряда рыб ($3,26 \pm 0,57$ % исследованных особей) в весенний период регистрировали развитие патологических процессов различной степени тяжести (в том числе клинических), обусловленных высокой интенсивностью заражения. Это указывало на некоторое нарушение равновесия в системе «*T. nodulosus* – *E. lucius*». Проведенный статистический анализ линейно-весовых характеристик одновозрастных рыб с различной интенсивностью заражения выявил наличие достоверного ($p \leq 0,05$) отставания в массе и линейном росте у особей с патологическими изменениями в органах пищеварительной системы вызванными высокой интенсивностью

инвазии *T. nodulosus*. Разница между массой шук, пораженных триенофозом, и условно здоровых особей внутри одновозрастных групп, соответствовала $29,87 \pm 3,42$ %, а ежегодные потери ихтиомассы половозрелой щуки из-за развития инвазионного заболевания, возбудителем которого являются цестоды *T. nodulosus* составляли $241,2 \pm 46,39$ т.

В целом показатели зараженности данными цестодами в 1996–2011 гг. были весьма вариабельны. Максимальная экстенсивность инвазии приходилась на весенние месяцы каждого года и варьировала в пределах от 37,74 до 88,89 % (в среднем составляя $71,75 \pm 4,08$ %). Средняя численность *T. nodulosus* в паразитоценозах весной колебалась от 4,11 до 21,16 ($11,31 \pm 1,24$). Частота встречаемости зараженной щуки осенью была существенно ниже – от 6,90 до 60,00% ($29,51 \pm 4,02$), а средняя интенсивность ее заражения в конце вегетативного сезона колебалась от 1,17 до 8,65 ($3,70 \pm 0,51$).

Известно, что численность паразитов регулируется численностью и доступностью хозяев, а также количеством и разнообразием факторов, элиминирующих свободноживущие стадии паразита. Экология *T. nodulosus* изучена достаточно полно. Данный вид гельминта относится к эвритермным и эвригалинным, требователен к освещению, а его развитие приурочено к мелководью. Отмирание старых половозрелых особей и выход яиц в воду происходят весной [9]. Учитывая, что исход зрелых особей стимулируется температурой воды, а яйца и корацидии устойчивы к ее изменениям, температурный режим в весенний период в нашем регионе вряд ли может являться фактором элиминирующим этого паразита. В тоже время, гидрологический режим р. Волги отличается существенным изменением характеристик весеннего стока, доли стока за половодье в годовом стоке, в результате чего происходит смена многоводных и маловодных периодов. Особенности гидрологического режима и объем стока Волги в период половодья определяют не только эффективность естественного воспроизводства рыбных ресурсов Волго-Каспия, но и общую сбалансированность хода биохимических, биологических процессов в водоеме, в том числе, величину продукции кормовой базы и площадь ареала нагула. От последних во многом зависит численность и распространенность промежуточных хозяев гельминтов первого и второго порядков. Следовательно, особенности паводкового режима влияют, как на изменение ареала распространения свободноживущих стадий паразита, так и на численности внеорганизменной и векторной частей его популяции, что, в конечном итоге, должно отражаться на уровне зараженности обыкновенной щуки – окончательного хозяина *T. nodulosus*.

Действительно, статистический анализ связей между показателями зараженности (экстенсивность инвазии, средняя интенсивность инвазии, индекс обилия) половозрелой обыкновенной щуки и следующими характеристиками половодья: продолжительность подъема волны половодья, скорость подъема волны половодья, продолжительность спада волны полово-

дья, скорость спада волны половодья, продолжительность стояния уровня воды > 210 см по в/п Астрахань, продолжительность стояния уровня воды > 150 см по в/п Астрахань, продолжительность половодья, сток реки Волги за II квартал, биопродукционный сток, свидетельствовал о наличии весьма тесной обратной зависимости всех показателей зараженности рыб, как в сезонном, так и в годовом аспектах от продолжительности и скорости подъема волны половодья.

Численность *T. nodulosus* в паразитоценозах щуки в осенний период находится в тесной прямой связи со скоростью спада волны половодья и продолжительностью стояния уровней воды > 210 и 150 см по водопосту Астрахань, а от продолжительности половодья и объема биопродукционного стока р. Волга зависит экстенсивность инвазии рыб в целом за вегетативный период года. В свою очередь частота встречаемости щуки, инвазированной *T. nodulosus*, и численность гельминта в ее компонентном паразитарном сообществе весной каждого года тесно связана с характеристиками половодья предыдущего года.

Таим образом, в многоводные годы скорости подъема и спада волны половодья и продолжительность этих периодов обуславливают частичную элиминацию внеорганизменной части популяции *T. nodulosus*. В свою очередь неблагоприятные гидрологические условия в нижнем течении р. Волги, складывающиеся вследствие низкого объема половодья, несвоевременной подачей воды в низовья в совокупности с обмелением водоемов и водотоков, создают предпосылки для увеличения его численности. В 2007–2011 гг. ежегодные маловодные стоки создавали в низовьях Волги депрессивные экологические условия для нормального хода внутриводоемных процессов. Именно в этот период в паразитоценозах половозрелой щуки численность *T. nodulosus* составляла $12,44 \pm 3,29$, превышала среднюю многолетнюю величину ($10,00 \pm 1,20$) и была самой высокой за период исследований.

Литература

1. Беляков, В. Д. Проблемы саморегуляции паразитарных систем и механизмы развития эпидемического процесса / В. Д. Беляков // Вестник АМН СССР. – 1993. – № 5. – С. 3–9.
2. Беэр, С. А. Паразитизм и вопросы биоразнообразия / С. А. Беэр // Труды ИПРАН «Теоретические и прикладные проблемы паразитологии». – М. : Наука, 2002. – Т. XLIII. – С. 25–36
3. Беэр, С. А. Подходы к проблеме устойчивости паразитарных систем / С. А. Беэр // Теоретические и прикладные проблемы гельминтологии. – М. : ИНПА РАН, 1998. – С. 97–107.
4. Antia, R. Within-host population dynamics and the evolution and maintenance of micro-parasite virulens / R. Antia, B. R. Levin, R. M. May // Amer. Naturalist. – 1994. – V. 144. – № 3. – P. 457–472.
5. Соусь, С. М. Многолетние изменения фауны паразитов в озерах с неустойчивым водным режимом на юге Западной Сибири / С. М. Соусь // Проблемы стабилиза-

ции и развития с.-х. пр-ва Сибири, Монголии, Казахстана в 21 в. : тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 1999. – С. 120–123.

6. Соусь, С. М. Влияние антропопресии на видовой состав и численность рыб и их паразитов в озерах Кулундинской равнины / С. М. Соусь, Р. В. Бабуева // Проблемы стабилизации и развития с.-х. пр-ва Сибири, Монголии, Казахстана в 21 в. : тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 1999. – С. 123–125.

7. Румянцев, Е. А. Некоторые аспекты эволюции фауны паразитов рыб в озерах / Е. А. Румянцев // Важнейшие результаты научных исследований Карельского научного центра Российской академии наук : тез. докл. юбилейн. науч. конф. Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 1999. – С. 19–20.

8. Богданова, Е. А. Паразитофауна и заболевания рыб крупных озер Северо-запада России в период антропогенного преобразования их экосистем / Е. А. Богданова. – СПб. : Изд-во ГосНИОРХ, 1995. – С. 108–141.

9. Бауер, О. Н. Экология паразитов пресноводных рыб (Взаимоотношения паразита со средой обитания) / О. Н. Бауер // Известия ГосНИОРХ, 1959. – Т. XLIX. – С. 5–207.

ПРИМЕНЕНИЕ МАКРОФИТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Е. В. Андреева

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Вследствие загрязнения окружающей среды проблема рационального использования водных ресурсов и очистки сточных вод занимает ведущее место в мире. Урбанизация, а также развитие новых отраслей промышленности увеличили опасность загрязнения водоемов сточными водами, содержащими токсические вещества, неподдающиеся биохимическому окислению, и прежде всего синтетические органические соединения. Увеличение использования азот- и фосфоросодержащих удобрений в сельском хозяйстве, часть которых неизбежно смывается с полей и попадает в водные источники, приводит к их дополнительному загрязнению. Кроме того, попадание биогенных элементов в водоемы может вызвать бурный рост водорослей, которые, отмирая, в свою очередь способствуют загрязнению водоемов. Следствием антропогенной эвтрофикации водоема часто становится чрезвычайно высокое развитие бактериальной флоры, что создает угрозу распространения различных эпидемий.

В настоящее время для защиты водоемов от загрязнения сточными водами разработаны и эффективно применяются механические, химические, биохимические и физико-химические способы очистки.

Всеобщее признание получили методы биохимической очистки сточных вод от органических загрязнителей с применением активного ила или биопленки. Их использование позволяет снизить содержание органических веществ в сточных водах на 95 %. Однако промышленные и быто-

вые сточные воды даже после их очистки по самой совершенной технологии все же могут быть источниками антропогенного воздействия на водоемы. Это обуславливает необходимость разработки и внедрения различных методов доочистки сточных вод. К наиболее эффективным из них относятся физико-химические и биологические методы.

В системе существующих комплексов очистных сооружений из биологических методов наиболее широкое распространение для доочистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков получили биологические пруды, биофильтры, поля фильтрации и ботанические площадки. Происходящие в них процессы биологического самоочищения осуществляются в результате жизнедеятельности всех групп, организмов, входящих в экосистему водоема. Благодаря жизнедеятельности водных организмов формируется химический состав воды и, тем самым, определяется ее качество.

Различные виды макрофитов находят применение в доочистке сточных вод от широкого круга загрязнений. Условно их можно разделить на три экологические группы: полупогруженные, облагающие большей частью побегами, вынесенными над поверхностью воды (камыш, рогоз, тростник, манник, хвощи так далее); растения свободноплавающие или с плавающими на поверхности воды листьями (кувшинка, ряска, горец земноводный и т. д.); растения, погруженные в воду (многие виды рдестов, роголистник, харовые водоросли, нитчатые водоросли и т. д.) [1, с. 127].

Гидрботанические сооружения являются экономически выгодными, могут быть устроены на малопригодных для сельского хозяйства землях и водоемах, объемы земляных работ сравнительно невелики [3, с. 301]. В качестве видов макрофитов, пригодных для использования в низовьях Волги, можно рекомендовать тростник (*Phragmites australis*), узколистный и широколистный рогозы (*Typha angustifolia* и *T. latifolia*), камыш (*Scirpus lacustris*) и дикий дальневосточный рис (*Zizania latifolia*).

Тростник широко распространен в условиях Прикаспия и Казахстана. Посадочный материал для устройства ботанических площадок можно получить путем снятия экскаватором поверхностного слоя грунта с остатками подземных органов (корневищный грунт) после осушения участков литорали. Норма высева – 250–350 кг/га отрезками корневищ (корневищный грунт содержит 0,5–3 % живого материала). Работы проводятся весной или осенью, когда активные ростовые провесы прекращаются. Все работы по извлечению, перевозке и распластовыванию грунта должны быть механизированы. Тростник неприхотлив к условиям грунта, достаточно вынослив к условиям уровневому и солевому режиму, за счет развития корневищ хорошо разрастается, имеет неопределенную продолжительность жизни. Однако тростник плохо переносит механические повреждения вытаптыванием или механизмами, уступает рогозу по способности выдерживать достаточно концентрированные стоки. Летние уборки надводных

биомасс представляют сложную задачу, так как при повреждении подземных биомасс наземные части возобновляются плохо.

Рогоз, как и тростник, широко распространен в естественных водоемах и характеризуется высокой стойкостью к относительно концентрированным птицеводческим, свиноводческим и другим стокам. Обычно, заросли рогоза на пути таких стоков поочередно сменяют заросли тростника. Селится рогоз на грядах в узких диапазонах уровней, глубокое затопление он не любит.

Заросли камыша подходят для посадок в биоплато, то есть на границах водоемов, где характерны перепады уровней и сильное ветро-волновое воздействие. Стебли камыша обладают высокой гибкостью, внутри имеют воздушную полость, которая достигает корневой системы часто на глубине нескольких метров под водой. Мочковатые корни не углубляются далеко в грунт. Камыш способен развиваться на песчано-слабоиловых грунтах, не богатых питательными веществами, он лучше других полуводных растений выдерживает длительное затопление. Многие авторы отмечают особо высокие качества камыша как очистителя воды от фенолов, легкоокисляемой органики и т. д. Однако в зарослях камыша наблюдается повышенная концентрация сероводорода в воздухе. Это указывает на то, что часть поглощаемых сернистых соединений камыш способен из водной среды переводить в воздушную.

Из видов, которые можно рекомендовать к интродукции, следует отметить дикий дальневосточный рис. Искусственные посадки данного растения были осуществлены в 50-х годах на Учинском и Иваньковском водохранилищах реки Волги. Впоследствии растение хорошо размножилось вегетативным путем. Водяной дикий рис дает прекрасное по качеству сено. Если сено выкашивать, то наряду с получением корма для скота будет достигнут эффект извлечения из водоема биогенных элементов и деэвтрофикация. Убирать рис желательнее просеками, перпендикулярно берегу, оставляя полосы, которые выполняют задерживающие, фильтрующие и деминерализующие функции.

Необходимо учитывать, что закладка ботанических площадок или плантаций высших водных растений осуществляется одноразово с последующим использованием в течение десятков лет, в том числе и для биологического сырья. Более того, выращивание макрофитов не требует систематического ухода, применения удобрений (удобрениями служат компоненты сточных вод), средств защиты растений. Выкашивание и уборка растений, частичная периодическая уборка иловых отложений обеспечат вынос значительных количеств биогенных элементов и загрязняющих веществ, судьба которых должна решаться специально.

Чрезвычайно важно использовать местные условия при планировке ботанических площадок, выборе видов для посадок, использования наличной техники и т.д. Сложности расчетов окислительной способности бота-

нических площадок во многом обусловлены их оригинальностью и неповторимостью. При интродукции макрофитов в водоем следует учитывать ряд побочных факторов, иначе при избыточном развитии они из средства водоочистки могут превратиться в факторы заболачивания берега, а при отмирании – самозагрязнения [2, с. 34].

Одним из существенных недостатков полупогруженных форм макрофитов является то, что содержание азота, фосфора, калия, кальция и кремния не превышает обычно четверти от их содержания в подземных частях. Это значит, что большая часть биогенных загрязнений остается в ботанических площадках или биоплатах, что не способствует процессу деэвтрофикации водоема.

Отмеченные особенности макрофитов требуют обратить внимание на удаление избыточной фитомассы из водоемов. Данное удаление становится экономически оправданным, если полученная фитомасса находит дальнейшее использование. Выше уже отмечалось, что одним из способов утилизации фитомассы является ее использование как корма для скота. Именно в хорошей усвояемости получаемого сена состоит преимущество дикого дальневосточного риса.

В настоящее время в различных странах с успехом используется технология, основанная на конверсии биомассы в жидкое и газообразное топливо (биогаз). Биогаз – один из видов горючего, получение которого технически несложно, а применение экологически выгодно. Как уже отмечалось, потенциальный урожай биомассы у пресноводных макрофитов весьма велик, но чрезвычайно большое содержание воды во многих этих растениях препятствует использованию их как топлива путем прямого сжигания. Поэтому наиболее подходящей технологией переработки этого вида биомассы, является анаэробная ферментация.

Применение гидрботанического способа при совместной очистке промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод позволяет создать систему замкнутого оборотного водоснабжения предприятий. Процесс очистки может протекать круглый год, т.к. корневище, стебли и листья растений при определенных условиях могут функционировать и в осенне-зимний период.

Однако, рассматривая возможность использования высших водных растений в доочистке сточных вод нельзя не учитывать роль биоценоза различных микроорганизмов, развивающихся в прикорневой зоне и составленного из различных таксономических групп бактерий, водорослей, грибов, простейших и беспозвоночных. Узбекские ученые при составлении рекомендаций по биологической очистке сточных вод с помощью пистии телорезовидной, оптимизируют жизнедеятельность альгобактериоценоза. Экологи Республики Башкортостан используют альгофлору не только для оценки состояния природных и искусственных водоемов, но и

рассматривают возможность их использования для очистки производственных сточных вод.

Таким образом, использование макрофитов с созданием условий для оптимальной жизнедеятельности ризосферного бактерио-альгоценоза позволит повысить эффективность всего процесса доочистки сточных вод. Такой комплексный подход к решению экологических задач позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Основной сферой применения макрофитов могут быть внутригородские каналы, участки Нижней Волги, а также водоемы отстойники городских и сельских очистных сооружений.

Литература

1. Сокольский, А. Ф. Эколого-биологические основы функционального природопользования в западных подстепных ильменах дельты р. Волги / А. Ф. Сокольский, В. Н. Пилипенко, Е. А. Сокольская. – Астрахань, 2005.
2. Эйно́р, Л. О. Регулирование зарастаемости мелководий водохранилищ гидроэлектростанций / Л. О. Эйно́р // Сб. науч. тр. Гидропроекта им. Г. Я. Жука. Вып. 101. Вопросы экологии, рыбного хозяйства и создания энергобиологических комплексов при строительстве и эксплуатации энергетических объектов. – М., 1985.
3. Timofeeva, S. S. Present condition and perspectives of using hydrobotanic treatment for sewage waters / S. S. Timofeeva, D. J. Stom // Acta hydrochim. et hydrobiol. – 1988. – Vol. 16, № 3. – P. 299–312.

ОЧИСТКА БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

С. В. Золотокопова, И. С. Егоров, Е. Ю. Лебедева, О. В. Аристова
Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)

Вода – ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни человека. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека. Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300–3500 км³. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности в воде заставляют все страны, ученых всего мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

Массовый рост коттеджного строительства вокруг городов в наше время, обнажил многие проблемы, в том числе и проблему очистки сточных вод. Решать ее по привычному пути, т.е. прокладывать многокилометровые канализационные коллекторы до небольших поселков не только накладно. Часто этот путь приносит прямо противоположный результат из-

за всевозможных утечек сточных вод в грунты (в результате биокоррозии материала канализационных труб, подвижек грунтов и т. д.). Также нужно учитывать интенсивное развитие в канализационных коллекторах различного рода болезнетворных бактерий и паразитов, где для них создаются просто райские условия для размножения. Вместе с прелестями центральной канализации вы получаете лазейку, через которую в ваш дом будут проникать болезни. На 60 % бытовые сточные воды состоят из органических веществ: белков, жиров, углеводов. Органическому загрязнению этих вод соответствует БПК_{ПОЛН}: 100–500 мг/л. Также в них присутствуют различные бактерии, в том числе болезнетворные, поэтому они наиболее опасны с санитарной точки зрения. В данной ситуации выход один – очищать сточные воды необходимо в местах их происхождения, то есть в непосредственной близости от жилых домов или поселка. Метод очистки стоков должен быть эффективным и не дорогой.

В настоящее время известно несколько способов биологической очистки сточных вод. Одним из самых интересных и перспективных, но малоизученных является метод очистки сточных вод при помощи высших водных растений. Методы очистки воды с помощью ВВР, благодаря простоте технологии и низким эксплуатационным расходам, являются весьма привлекательными и в экономическом плане.

К таким водным растениям относятся: рогоз, семейство рогозовые, два вида – рогоз широколистный (*Typha latifolia*) и рогоз узколистный (*Typha angustifolia*); камыш, семейство осоковые, два вида – камыш озерный (*Scyrpus lacustris*) и клубнекамыш приморский (*Bolboschoenus maritimus*), тростник, семейство злаковые, один вид – тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) и некоторые водоросли.

Вопросам самоочищения и формирования качества воды в присутствии высших водных растений посвящен ряд работ. Осуществляя минеральное питание, высшие водные растения поглощают большое количество биогенных элементов, способствуя деэвтрофированию водоемов. Растения извлекают из водоемов различные токсические вещества, тяжелые металлы, радионуклиды. На поверхности растений формируются селективные микробиоценозы, способствующие активной деструкции ряда опасных загрязняющих водоемы веществ – нефтепродуктов, фенолов.

Высшие водные растения различного токсонетрического ранга проявляют различную устойчивость к повышению содержания в водоеме биогенных элементов, хлоридов, сульфидов, тяжелых металлов, что приводит к усиленному развитию одних видов и угнетению или исчезновению других. В результате этого нарушается равновесие в структуре фитоценоза, происходит обеднение видового состава. В ряде случаев образуются фитоценозы, представленные на 90 % и более одним видом растений, устойчивым к избытку в среде одного или нескольких химических элементов или способным их обезвреживать. Это позволяет фитоценозам оста-

ваться жизнеспособными при повышенном поступлении в водоем минеральных или органических соединений.

Тростник относится к типичным пациентам (выносливцам). В Астраханской области произрастает тростник южный или обыкновенный.

В процессе своей жизнедеятельности он поглощает из водоема вещества различной химической природы, в том числе токсические соединения.

Прибрежные заросли тростника:

- создают своеобразный механический барьер,
- изменяют газовый режим,
- поглощают большое количество биогенных элементов,
- извлекают из водоема токсические вещества, тяжелые металлы, радионуклиды.

На поверхности растений формируются селективные микробиоценозы, способствующие активной деструкции нефтепродуктов, фенолов. Таким образом, высшие водные растения в процессе жизнедеятельности поглощают из водоема вещества различной химической природы, в том числе токсические соединения, поэтому мы можем использовать их для очистки загрязненных вод.

В результате проделанной нами работы была изучена эффективность процесса биосорбции бытовых сточных вод высшей водной растительностью и различными сорбентами. Для достижения этой цели были решены следующие задачи: проведен анализ патентной и научной литературы по использованию высшей водной растительности и сорбентов для очистки бытовых сточных вод; изучена эффективность очистки вод тростником обыкновенным, валлиснерией спиральной в сочетании с различными сорбентами; подобраны наиболее оптимальные сочетания высшей водной растительности и сорбентов, обеспечивающих эффективную очистку бытовых сточных вод.

После проведения эксперимента мы предлагаем использовать тростник обыкновенный в сочетании с валлиснерией и с опоками для достижения наибольшей эффективности очистки сточных вод. Данные экспериментов были использованы при создании биоплато для очистки вод в местах, куда сложно провести канализационные коллекторы. Разработанное устройство для очистки сточных бытовых вод может быть включено в локальную оборотную систему водоснабжения, в условиях дефицита источников воды или их существенной удаленности. Что обеспечивает предотвращение загрязнения водных ресурсов органическими веществами.

Литература

1. Лукина, Л. Ф. Физиология высших водных растений / Л. Ф. Лукина, Н. Н. Смирнова. – Киев, 1988. – 234 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Кутлусурина, Е. С. Кутлусурин, Ю. С. Аронова
Астраханский государственный технический университет,
ООО «Газпром добыча Астрахань»,
г. Астрахань (Россия)

В оценке современного состояния водообеспечения подземные минеральные воды играют немаловажную роль. По своему статусу подземные минеральные воды, как и минеральные воды (рапа) озер, содержащих целебные грязи, относятся к природным лечебным ресурсам. Учитывая тот факт, что в настоящее время в России все более активно разрабатываются и поддерживаются технологии, направленные на повышение и сохранение здоровья населения с использованием природных лечебных ресурсов, значимость минеральных вод, а также лечебных грязей (пелоидов), возрастает.

Астраханская область, расположенная в зоне аридного климата, богата такими природными лечебными ресурсами, как минеральные воды, лечебные грязи, рапа лиманов, озер. Они благоприятно воздействуют на сердечно-сосудистую, нервную, костно-мышечную и другие системы организма человека. На сегодняшний день в области действуют только два курорта, функционирующие на базе местных природных лечебных ресурсов: «Тинаки», расположенный неподалеку от города Астрахань, и санаторий-профилакторий ОАО «Бассоль», находящийся в Ахтубинском районе вблизи озера Баскунчак.

Современное состояние минеральных вод и лечебных грязей оценивается природными и антропогенными факторами, обеспечивающими их качественный состав. Количественные (объемные) характеристики лечебных ресурсов устанавливаются поисковыми и разведочными работами различной степени детальности.

Генезис и состав минеральных вод и пелоидов Астраханской области обусловлены сложными взаимосвязанными процессами, объединяющими историю геологического развития, трансгрессивно-регрессивные движения Каспийского моря, формирование рельефа, гидролого-гидрогеологические и климатические условия региона. Геологическое строение региона определило территориальное распространение минеральных вод по всей площади Астраханской области на глубинах от нескольких метров, до нескольких сотен и тысяч метров. Территория области, расположенная, в основном, в пределах Прикаспийской синеклизы, подвергалась неоднократным прогибаниям, в результате которых образовалась мощная, до 15 километров, толща осадочного чехла. Длительный процесс метаморфизации пород и захороненных вод определил в осадочном чехле целую серию во-

доносных горизонтов и комплексов, различных по составу и минерализации [3, 4].

Водоносные горизонты и комплексы с глубин от 500 до 7000 метров (с палеогеновых до среднедевонских отложений) были исследованы в процессе поисков и эксплуатации углеводородных месторождений. В подземных водах, кроме редких химических элементов, таких как литий, рубидий, цезий и др., содержащихся в промышленных концентрациях, были обнаружены йод и бром. По содержанию йода и брома воды опробованных горизонтов следует характеризовать не только как промышленного назначения, но и бальнеологического, т.е. при использовании в качестве лечебных для наружных процедур [1, 2].

Воды верхних неоген-четвертичных отложений были исследованы для различных целей, в том числе и при проведении специализированных работ по поискам и разведке минеральных вод в качестве лечебно-столовых и наружного применения в виде ванн. Результатом работ явилось выделение трех водоносных горизонтов (сверху вниз): хвалыно-хазарского, бакинского и апшеронского. Они приурочены к разновозрастным отложениям, накопление которых связано с трансгрессивно-регрессивными движениями Каспийского моря.

Все три горизонта минеральных вод характеризуются выдержанным распространением практически по всей территории области и в соответствии с общим понижением рельефа местности имеют направленный уклон с севера на юг, в сторону Каспийского моря. Водовмещающими породами являются пески тонко-, мелко- и среднезернистые, залегающие в глинистых толщах.

Самым нижним в толще четвертичных отложений является апшеронский водоносный горизонт, развитый на глубинах от 125 м на севере области до 300–379 м погружаясь к югу. Воды горизонта напорные, высокоминерализованные. Вышезалегающий бакинский водоносный горизонт также обладает напором и высокой минерализацией, вскрыт скважинами на глубинах от 86,3 м на севере до 116,5–131,5 м в районе г. Астрахани. Минеральные воды самого верхнего хвалыно-хазарского горизонта детально исследованы в Ахтубинском районе. Они распространены на глубинах от 56,9 до 67,6–70,2 м, обладают слабым напором и менее минерализованы по сравнению с нижележащими горизонтами. По химическому составу минеральные воды хлоридные натриевые, сульфат хлоридные натриево-магниевые. Наличие в водах йода, брома, железа, органики, а также присутствие газов CO_2 , H_2S , CH_4 , N_2 и др. позволяет относить их к минеральным водам с бальнеологическими свойствами [6].

В соответствии с классификацией, принятой в России в 2000 году, минеральные воды Астраханской области относятся к йодо-бромным (табл. 1). Содержание биологически активных компонентов в лечебно-столовых водах несколько ниже нормативных значений, в питьевых ле-

чебных и водах для наружных процедур в нативном состоянии, их концентрации соответствуют нормативным или превышают. При разбавлении высокоминерализованных вод до состояния, пригодного к внутреннему применению, содержания биологически активных компонентов становятся ниже нормативных. В пределах исследованных горизонтов развиты холодные (Т 19–21 °С) воды, спонтанные и растворенные газы присущи бакинскому и апшеронскому горизонтам, представлены углекислым газом, метаном и азотом. Радиоактивность минеральных вод по содержанию естественных и техногенных радионуклидов не превышает фоновых значений для природных минеральных вод.

Практически все водоносные горизонты хорошо защищены с поверхности от проникновения (просачивания) загрязнителей и не подвержены антропогенному воздействию.

Таблица 1

Химический состав минеральных вод Астраханской области

Местонахождение разведанных участков	Группа вод и их минерализация (М), г/дм ³	Назначение	Норма по минерализации, г/дм ³ ;	Биологически активные компоненты, мг/дм ³ , норма/факт					
				Br	J	Fe	H ₂ SiO ₃	H ₃ BO ₃	C _{орг}
				норма					
25	5	10	50	35	5				
Ахтубинский район, участки Кочевой и Покровский	Хлоридно-сульфатная натриевая М = 6,5	Лечебно-столовая	1,0–10,0	2	следы	-	19	4	-
Ахтубинский район, участки Минерал, Средний Баскунчак, Глубокие колодцы	Сульфатно-хлоридная натриевая М = 2,3	Лечебно-столовая	1,0–10,0	4	-	-	20,0	-	-
Харабалинский район, г. Харабали	Хлоридная магниевонатриевая М = 10,3	Питьевая лечебная	10,0–15,0	27	-	-	-	-	-
Курорт Тинаки-2, г. Астрахань, Красноярский район	Хлоридные натриевые; в нативном состоянии М = 38,0	Для наружного применения	15,0–150,0	70	20	75	-	25	20,5
Курорт Тинаки-2, г. Астрахань, Красноярский район	Хлоридные натриевые; при разбавлении М = 9,8	Для внутреннего применения	до 15,0	23	7	3,2	19,5	-	8,2

Соляные озера с лечебными гязями распространены в пределах различных по возрасту и генезису типов и подтипов рельефа. Основными факторами пелоидообразования являются: минеральный субстрат, идущий на построение гязи, качество и количество органического вещества, участвующего в гязеобразовании, жидкая среда, в которой происходят гязеобразовательные процессы и микробы, вызывающие эти процессы. Минеральным субстратом, или скелетом, для гязи служит песчано-глинистая почва, залегающая на дне соляных водоемов. Минерализация воды в озере оказывает определенное влияние на интенсивность гязеобразовательных процессов. Их скорость замедляется как в водах с весьма высокой соленостью, так и в совершенно пресных. Способность донных глинистых отложений адсорбировать бактерии усиливает интенсивность гязеобразования. Среди большинства видов бактерий особая роль принадлежит анаэробным десульфатирующим, проявляющим нормальную жизнедеятельность при различных концентрациях солей. Они восстанавливают сульфаты до сероводорода, который в результате взаимодействия с солями железа превращается в коллоидное сернистое железо, участвующее в образовании гязи. Затем часть сероводорода улетучивается, другая окисляется до серы и серной кислоты присутствующими в гязях серными и тиоислыми бактериями. При достижении концентрации рапы стадии насыщения, бактериальная деятельность в озере прекращается [7].

Таблица 2

Состав сульфидно-иловых пелоидов Астраханской области в соответствии с классификацией лечебных гязей

<i>Класс, подкласс</i>	<i>Название аналогов</i>	<i>Минерализация гязевого раствора, г/дм³</i>	<i>FeS, % от естеств. вещества</i>	<i>H₂S, в вес. %</i>	<i>pH</i>	<i>Еh, мВ</i>	<i>Br, мг/дм³</i>	<i>J, мг/дм³</i>	<i>Теплоемкость, кал/г.град</i>
Средне-сульфидный высокоминерализованный	Анапский	108,3	0,323	0,08	6,3	314	31,0	31,4	0,56
Сильно-сульфидный высокоминерализованный	Тамбуканский	278,8	0,603	0,14	6,5	155	177,2	18,0	0,56
Средне-сульфидный соленасыщенный	Моллакарский	313,2	0,341	0,02	6,9	290	610,0	16,3	0,59

Сильно-сульфидный соленосыщенный	Эльтонский	283,3	0,450	0,16	7,2	273	85,4	10,2	0,62
---	------------	-------	-------	------	-----	-----	------	------	------

В соответствии с классификацией лечебных грязей России, в Астраханской области распространены наиболее ценные сульфидно-иловые бромные пелоиды (табл. 2). По своей структуре пелоиды состоят из твердой части, коллоидов и грязевого раствора, заполняющего промежутки между твердой частью. Грязевой раствор пропитывает коллоидный комплекс и адсорбирует на нем ионы.

Оценка качественных характеристик грязей и пригодности для лечебного применения, основана на характеристике их состава и свойств в соответствии со специальными схемами физико-химических анализов и санитарными нормами.

В числе антропогенных факторов, оказавших негативное воздействие на соляные озера и пелоиды, выделены зарегулирование стока и поливное земледелие, а также техногенные факторы, например: воздействие Астраханского целлюлозно-картонного комбината, на озеро Тинаки, грязи которого на протяжении полутора веков считались эталонными для Российских курортов. Фильтрующиеся стоки из прудов-накопителей комбината просочились в озерную котловину и увеличили объем воды в ней. Аридный климат способствовал усиленной кристаллизации солей, разрушивших грязевую залежь.

Литература

1. Аронова, Ю. С. Перспективы разработки гидроминерального сырья в районах нефтегазовых месторождений / Ю. С. Аронова, Е. С. Кутлусурин // Проблемы развития газовой промышленности Западной Сибири : сборник тезисов докладов XIII науч.-практич. конф. молодых ученых и специалистов ТюменНИИгипрогаза. – Тюмень, 2004. – С. 150–152.

2. Кутлусурина, Г. В. Комплексное использование и охрана подземных вод на разрабатываемых нефтегазоконденсатных месторождениях Прикаспийского региона / Г. В. Кутлусурина, Ю. С. Аронова, Е. С. Кутлусурин // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: Материалы конференции, посвященной 75-летию кафедры ГИГЭ Томского политехнического университета / под ред. С. Л. Шварцева. – Томск, 2005. – С. 183–189.

3. Кутлусурин, Е. С. Природные лечебные ресурсы степной и полупустынной зон Нижнего Поволжья / Е. С. Кутлусурин // Современные проблемы науки и образования. – М., 2006. – № 3. – С. 104–105.

4. Кутлусурин, Е. С. Характеристика природных бальнеоресурсов Астраханской области / Е. С. Кутлусурин // Вестник АГТУ. – Астрахань, 2006. – № 6 (35). – С. 83–88.

5. Кутлусурин, Е. С. Климатические и эколого-гидрологические факторы формирования лечебных грязей в Астраханском Прикаспии / Е. С. Кутлусурин, А. Н. Бармин // Естественные и технические науки. – 2010. – № 3 (47). – С. 293–295.

6. Николаев, Ю. П. Инженерная геология и полезные ископаемые Прикаспия : монография / Ю. П. Николаев, В. Н. Синяков, А. О. Серебряков, О. И. Серебряков ; ред. Ю. П. Николаева. – Астрахань : Изд-во ООО «ЦНТЭП», 2007. – 492 с.

7. Руденко, Е. И. Минеральные воды и лечебные грязи Нижнего Поволжья / Е. И. Руденко. – Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1975. – 72 с.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

В. А. Климонтова

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Общепринятые способы разработки нефтегазоконденсатных месторождений включают процессы строительства скважин, добычи и переработки минерального сырья. Все эти процессы сопровождаются образованием значительного количества отходов производства. Отходы нефтегазовых месторождений относятся к опасным для окружающей среды из-за использования материалов и химических реагентов различной степени экологической опасности. В своем составе они содержат широкий спектр загрязняющих веществ минерального и органического происхождения, включая тяжелые металлы.

К производственным отходам разработки нефтегазоконденсатных месторождений относятся:

- отходы бурения;
- отходы добычи;
- отходы переработки углеводородного сырья.

Номенклатура производственных отходов, образующихся в процессе бурения, представлена следующими видами:

- буровой шлам (БШ);
- буровые сточные воды (БСВ);
- осадок буровых сточных вод (ОБСВ);
- отработанный буровой раствор (ОБР);
- грунт, загрязненный нефтепродуктами и химреагентами;
- продукты испытания скважин;
- отработанные масла.

Буровые отходы являются источниками загрязнения окружающей среды, прежде всего, за счет наличия в их составе химреагентов и нефтепродуктов, применяемых для обработки исходных буровых растворов с целью придания им соответствующих реологических свойств. Они представляют наибольшую опасность для окружающей среды, так как накапли-

ваются и хранятся на территории буровой в шламовых амбарах. При таком способе хранения отходов загрязнение в процессе бурения происходит за счет сорбции почвами и породами углеводородных компонентов буровых растворов, а также при попадании в грунтовые воды токсичных и растворимых веществ из буровых растворов и буровых сточных вод.

Несмотря на применяемые меры (герметизация, разобщение пластов, понижение водоотдачи бурового раствора, изоляция шламовых амбаров), гарантированной безопасности достигнуть не удается.

Наиболее опасным загрязняющим компонентом буровых растворов является нефть и нефтепродукты, которые легко сорбируются породами, мигрируют по трещинам и могут проникать как в верхние, так и в нижние слои почвы, уничтожая растительность и попадая в грунтовые воды [1]. В почве загрязненной нефтепродуктами резко меняется соотношение между углеродом и азотом, что ухудшает азотный режим почв и нарушает корневое питание растений [2]. Тяжелые же фракции смеси реагентов имеют тенденцию задерживаться почвами, нарушая кислородный баланс, а легкие фракции могут в виде эмульсий уноситься водами. Жидкие фракции отходов имеют в своем составе минеральные соли, которые при попадании в почву могут нарушать соотношение ионов кальция – магния – натрия, что неблагоприятно сказывается на их плодородии и может приводить к засолению почвенного покрова территории.

Для уменьшения воздействия отходов бурения на компоненты окружающей среды уже разработано и применяется на многих нефтегазовых месторождениях России различные способы и технологии утилизации или обезвреживания твердых и пастообразных буровых отходов. Они применяются на Крайнем Севере, в Башкирии, Краснодарском крае и других регионах России.

Однако для сложных, в геологическом отношении, нефтегазовых месторождений, таких как Астраханское газоконденсатное месторождение (АГКМ), унифицированного способа утилизации и обезвреживания таких отходов не существует. Обусловлено это было тем, что буровые отходы АГКМ являются высокоминерализованными. Содержание солей в отходах бурения может составлять до 68 % от общей массы отходов.

В качестве технических решений по обезвреживанию и утилизации буровых отходов на АГКМ была предложена безамбарная схема бурения с их сбором в емкость и дальнейшим вывозом на шламохранилище, где предусматривается применение комплексной схемы переработки.

Для слабоминерализованных отходов предложен метод отверждения с последующим их гранулированием и использованием гранулянта в дорожном строительстве. Высокоминерализованные отходы предлагается отмыывать от бурового раствора и примесей, и повторно использовать для приготовления буровых растворов. В ходе разработки отверждающих составов отходов АГК было получено техническое решение, позволяющее отверждать

высокоминерализованные отходы. Разработанная комплексная технологическая на шламохранилище включает операции по отдельному сбору на скважине, транспортировке их на шламохранилище, отдельному их складированию в карты и переработка на комплексе утилизации отходов. Схема движения отходов от скважины к шламохранилищу представлена на рис. 1.

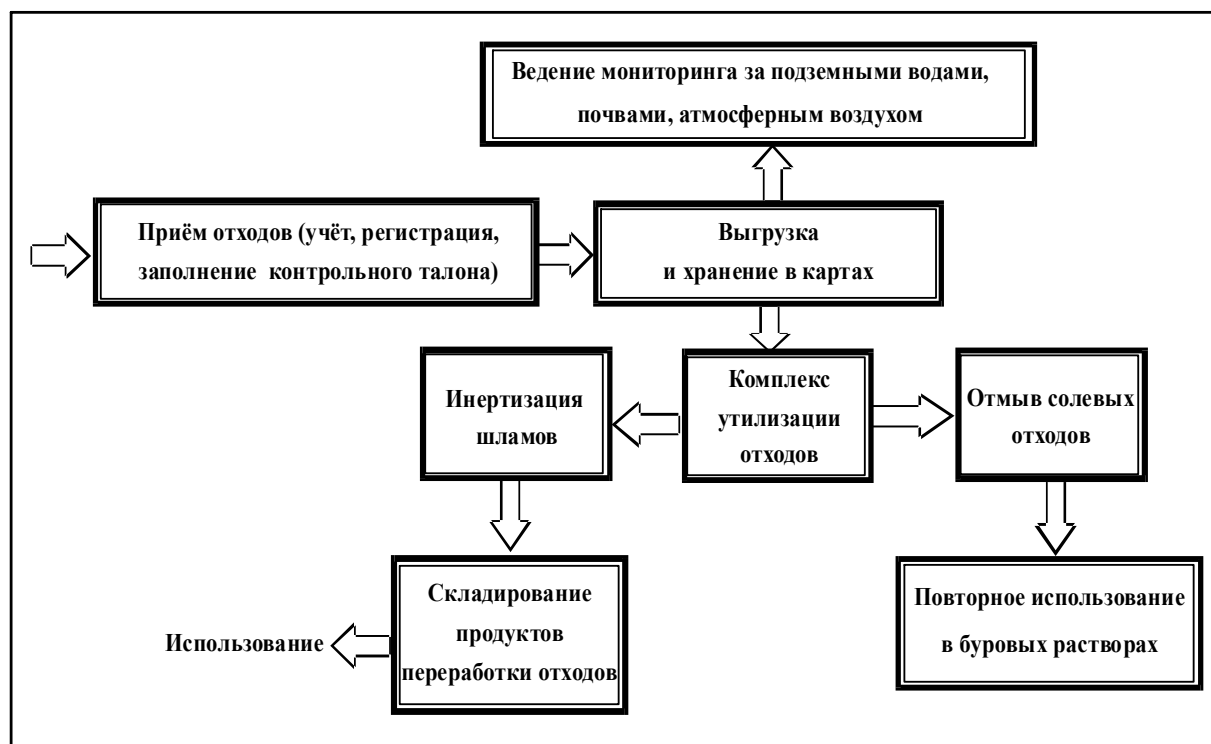


Рис. 1. Схема утилизации отходов бурения на шламохранилище

Переработка отходов бурения дает ряд преимуществ и направлена на снижение негативного воздействия на окружающую среду, в том числе на подземные воды.

Основные преимущества:

1. Высокая производительность объекта.
2. Высокая степень очистки отходов бурения.
3. Небольшой объем капиталовложений.
4. Использование продукции отверждения для строительства дорог внутреннего пользования и подсыпки производственной территории, в том числе ликвидации траншей, котлованов при планировке территории.

Кроме того, реализация такого объекта дает возможность решать проблему утилизации отходов бурения решается в одном месте, на одном технологическом объекте, а не на каждой скважине отдельно. За счет этого на территории каждой буровой площадки отсутствует мощный источник воздействия на почвы, подземные воды и растительность. Исключается возможность загрязнения территории опасными для окружающей среды химическими веществами, тяжелыми металлами и солями.

За счет повторного использования минерализованных отстоянных сточных вод на приготовление буровых растворов уменьшается потребление свежей воды. Отмыв высокоминерализованных отходов бурения позволяет получить дополнительную продукцию за счет их отверждения.

К недостаткам данного технического решения можно отнести изъятие значительной площади земельного участка и необходимость проработки дополнительного решения по реализации остаточных солей в случае сокращения объемов бурения на месторождении. Часть данной проблемы может быть решена за счет применения мобильных комплексов по инертизации отходов бурения.

Таким образом, внедрение современных технологий переработки отходов бурения на нефтегазовых месторождениях способствует снижению загрязнения окружающей среды и рациональному использованию водных ресурсов. Кроме того, необходимо отметить и немаловажные социально – экономические аспекты для предприятия: уменьшение платы за размещение отходов, получение прибыли за счет реализации продуктов переработки, вовлечение отходов в хозяйственный оборот, создание дополнительных рабочих мест.

Литература

1. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М. : Недра, 1997. – 482 с.
2. Ягафарова, Г. Г. Утилизация экологически опасных буровых отходов [Электронный ресурс] / Г. Г. Ягафарова, В. Б. Барахнина // Нефтегазовое дело. – 2006. – Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

РАЗВИТИЕ ПРИМОРСКОГО КОМПЛЕКСА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА СТОКА РЕКИ ВОЛГА И КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*А. Р. Карасаева, П. И. Бухарицин
Астраханский филиал ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»,
Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Астраханская область относится к числу наиболее обеспеченных водными ресурсами регионов России, что обусловлено протеканием вдоль всей территории области крупнейшей реки Европы – Волги.

В то же время Астраханская область является единственным субъектом РФ, где население проживает в природно-детерминированной неблагоприятной экологической зоне – планетарной впадине, достигающей отметки минус 28 м ниже уровня мирового океана.

Под приморским комплексом понимается южная часть внутриобластного региона Астраханской области, включающего Лиманский, Икрянинский, Камызякский и Володарский районы в их административных границах. Рассматриваемая территория комплекса расположена на юге Астраханской области, на северо-западном побережье Каспийского моря. Общая территория комплекса 1456,81 тыс. га, население 180,53 тыс. человек. Занимая $\frac{1}{4}$ территории области, рассматриваемый комплекс концентрирует 9,4 % ее населения, 20 % промышленного потенциала и 56 % сельскохозяйственного производства.

Экономика Астраханской области, особенно приморского комплекса, неразрывно связана с природным потенциалом региона, а именно с его водной составляющей, основной которой являются сама Волга, Волго-Ахтубинская пойма, ее дельта и Каспийское море. Самой характерной особенностью современного гидрологического режима реки Волги является ее зарегулированность, а Каспийского моря – исключительное непостоянство его уровня с резкими падениями и подъемами. Последнее повышение уровня Каспия происходило с 1978 по 1996 год, и составило в общем, более 2 м, в настоящее время наблюдается падение уровня моря. По данным Росгидромета к началу 2012 г уровень понизился в целом, на 60 см, а к концу 2012 г по прогнозам ученых среднегодовая отметка уровня моря может достигнуть минус 27,5 м БС, и вероятность того, что в ближайшие 3-4 года уровень моря может опуститься до отметки минус 28,00 м БС весьма высока [1, 3, 4]. Данная отметка уровня, судя по недавней истории Каспийского моря, является критической, ниже которой его экосистемы, морское хозяйство и все прибрежные территории вступают в весьма неблагоприятный период своего развития (рис. 1).



Рис. 1. Средние годовые уровни Каспийского моря по уровенному посту Махачкала, в см над «0» графика, равного минус 28,00 м.абс. (Б.С.)

С 1958 г. гидрологический режим низовьев Волги и ее дельты определяется, главным образом, объемом попуска воды в нижний бьеф Волгоградской ГЭС. За последние 30 лет начало повышенных попусков в нижний бьеф ГЭС в среднем приурочено к третьей декаде апреля. Наиболее

ранняя дата начала попуска отмечена 25 марта (1990 г.), наиболее поздняя – 2 мая (1976 г.). Продолжительность увеличивающихся попусков воды колеблется от 10 (1975 г.) до 38 дней (1991 г.) [2].

В 50 % случаев максимальный попуск воды отмечается в первой декаде мая, в 25 % случаев во второй декаде мая, остальные случаи в равных долях приходятся на третьи декады апреля и мая. Наиболее ранний максимальный попуск воды отмечен 19 апреля 1990 г., наиболее поздний – 31 мая 1960 г. Продолжительность максимальных попусков варьирует в пределах 1–6 дней, однако, в подавляющем большинстве случаев продолжается не более одного дня [2].

В результате межгодовых и многолетних колебаний водного стока реки Волги и уровня Каспийского моря территория приморского комплекса находится под постоянным воздействием, как со стороны реки, так и моря. И в многоводные и в маловодные годы, народное хозяйство несло и несет огромные убытки. Эти процессы накладывают отпечаток на все сферы деятельности населения приморского комплекса – социальную, экономическую, экологическую.

В маловодные годы, сопровождающиеся снижением стока Волги, регрессией Каспия, обостряются проблемы, связанные с обеспечением населения качественной питьевой водой. В результате происходят вспышки различных инфекционных заболеваний. Так же в экономической сфере наблюдаются убытки в рыбном хозяйстве, судоходстве и др. промышленных отраслях.

В многоводные годы (повышенный сток Волги, период трансгрессии моря) население комплекса сталкивается с такой проблемой как затопление освоенных территорий, следствием чего являются огромные убытки. По оценке специалистов в период с 1978 по 1994 в результате подъема уровня моря было затоплено более 320 тыс. ценных земель. Суммарный прямой экономический ущерб составил 4,3 млрд руб. (в ценах 1991 года). В результате затопления и подтопления мест компактного проживания населения в целом экологическая, санитарно-эпидемиологическая и медико-биологическая обстановка в прибрежной зоне Каспия также ухудшается.

В целях предотвращения огромных ущербов в промышленности, ухудшения качества жизни населения, социальной сферы и санитарно-эпидемиологической обстановки необходимо организовать грамотный мониторинг за водным режимом реки Волги и уровнем Каспийского моря, а также прибрежных территорий. Только в результате реализации мониторинга за режимом дельты Волги и уровнем Каспийского моря, прогноза поведения моря и грамотного регулирования стока Волги, подготовленности властей Астраханской области мгновенно реагировать на колебания уровня моря и изменения стока реки, и ориентировать социальное развитие субъектов в ту или иную сторону, в согласии с водными ресурсами региона, будет извлечена максимальная прибыль.

Главный интерес относительно наблюдаемых негативных для экологии воздействий в пределах бассейна Нижняя Волга – Каспийское море сфокусирован на современных способах управления каскадом плотин на системе Волга – Кама, ее гидроэлектростанциями и водохранилищами. Ведутся наблюдения за общим внутригодовым распределением стока, характеризующимся увеличенным зимним расходом и уменьшенным весенним, что влияет на все аспекты экосистем на Нижней Волге. Однако, кроме значительно преобразованного естественного гидрорежима, регулирование реки предусматривает обеспечение длительного весеннего паводка. Так, Волга выгодно отличается от многих других зарегулированных рек в мире, где строительство плотин не позволяет удерживать паводковый период.

Ощутимые негативные экологические последствия ставят вопрос об установлении приоритетов в управлении водными ресурсами на Нижней Волге. Увеличение приоритетов в сторону экологических ценностей требует достижения допустимых компромиссов между всеми заинтересованными сторонами, управляющими и использующими водные ресурсы, поскольку пока не существует другой, такой как плотины, экономически жизнеспособной и экологически допустимой альтернативы, которая могла бы удовлетворить нарастающую потребность населения и промышленности в воде и энергии. Нижняя Волга и Волгоградское водохранилище относятся к Волго-Камской системе водохранилищ. И именно сток реки Волга играет немаловажную роль и является основной составляющей водного баланса Каспийского моря. Именно поэтому регулирование расхода воды может быть улучшено только на основе интегрированного подхода к управлению водными ресурсами на бассейновом уровне, включая усовершенствованный мониторинг и прогнозирование расходов воды.

Но следует учесть очень важный факт: в маловодные годы – выигрывают одни отрасли народного хозяйства, а в многоводные – другие. И между отраслями промышленности возникают противоречия, если развивается одна отрасль, то темпы развития другой снижаются в лучшем случае.

К данным отраслям, например, относятся: рыбное хозяйство, морская нефтегазодобывающая промышленность, судоходство, гидроэнергетика и гидромелиорация в бассейне, рекреация, коммунальное и промышленное строительство на побережье. Одна отрасль народного хозяйства может получить от подъема уровня воды в водных объектах большую прибыль, другая меньшую, а третья может нести убытки. Прямо противоположный эффект вызывает понижение уровня моря. Регрессия моря освобождает значительные площади суши, способствует развитию нефтегазодобывающей промышленности, улучшает рекреацию береговой зоны, а трансгрессия – повышает биологические ресурсы моря, способствует развитию морского транспорта, благоприятствует развитию гидроэнергетики. Сочетать их интересы – дело сложное.

Внедрение новых форм и способов представления специализированной информации: топографической, гидрологической, геодезической, геологической с использованием новых современных геоинформационных технологий для быстрого реагирования населения и властей области на создавшуюся ситуацию для комфортного проживания и развития промышленности в Приморском комплексе. Данные могут быть применимы на любом населенном пункте приморского комплекса, попадающим в зону воздействия Каспия. Представленный алгоритм ведения мониторинга и собранные данные по приморскому комплексу могут использоваться в стратегических целях развития приморского комплекса Астраханской области, в развитии водохозяйственного комплекса региона, в целях определения приоритетов для водопользователей и участников водохозяйственного комплекса, регулирования водных отношений между всеми участниками водохозяйственного комплекса, развития экономики региона и для комфортного проживания населения Астраханской области.

Литература

1. Бугаев, А. М. Каспий: Загадки уровня : монография / А. М. Бугаев. – Махачкала, 1998. – 70 с.
2. Бухарицин, П. И. Гидрология реки Волги : учеб.-метод. пособие / АГТУ. – Астрахань, 2004. – 95 с.
3. Михайлов, В. Н. Загадки Каспийского моря / В. Н. Михайлов // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 4. – С. 63–704.
4. Ритмы солнечной активности и ожидаемые климатические события в Северо-Каспийском регионе на период 2007–20017 гг. // Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе : труды Международной научной конференции (Москва, 19–20 октября 2006 г.). – М., 2006. – С. 137–143.

СОСТОЯНИЕ КОЛОНИАЛЬНЫХ ГНЕЗДОВИЙ ГОЛЕНАСТЫХ И ВЕСЛОНОГИХ ПТИЦ В ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЯХ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Н. Д. Реуцкий, Н. Н. Гаврилов
Астраханский государственный биосферный заповедник,
г. Астрахань (Россия)

В течение многих десятков лет орнитологи заповедника проводят систематические наблюдения за состоянием колониальных гнездовий голенастых и веслоногих птиц, расположенных в нашем крае. Результатом этих мониторинговых исследований явились многочисленные научные публикации. Однако, эти работы проводились и проводятся преимущественно в низовьях дельты. Что касается западного ильменно-бугрового района, то

систематические наблюдения за колониями голенастых и веслоногих птиц относятся преимущественно к концу XX века и продолжаются в настоящее время.

В прошлом, до т. н. «перестройки», когда в западном ильменно-бугровом районе интенсивно развивалось сельское хозяйство, ильмени постоянно пополнялись водой в принудительном порядке. Водообеспечение ильменей всегда было хорошим, уровни воды были относительно постоянными, что благоприятно сказывалось на биоте. Здесь сформировались угодья с хорошими кормовыми, защитными и гнездовыми свойствами для многих водоплавающих и околоводных птиц, в том числе и для веслоногих и голенастых. В ильменах на гнездовании обычными были серый гусь, лебедь-шипун, кряква, красноносый нырок, лысуха, большой баклан и многие виды цапель. В этот период в западном ильменно-бугровом районе было известно более 20 колоний голенастых птиц.

В 1962 году большая смешанная колония сформировалась в лесном массиве на берегу Паюсной заводи, в северо-восточной части ильменя Большой Карабулак. Вода в ильмень поступает из волжского рукава Бахтемир по пр. Хурдун. В 1974 году здесь гнездились 3880 пар различных видов цапель, каравайки и колпицы. Причем, численность каравайки составила 1500 гнездящихся пар, а колпицы – 180 пар. В 1982 году здесь было найдено два гнезда редкого для нашего региона вида – египетской цапли. Большой баклан гнезвился периодически, и численность этих птиц была не высокой, максимум – в 1983 году 505 и в 1987 году – около 300 пар. Во второй половине 80-х годов колония стала угасать, что, в первую очередь, связано с повышенным фактором беспокойства и вырубкой леса местным населением для хозяйственных нужд. С 1987 году здесь уже не гнездились желтая цапля и колпица, а с 1988 году – каравайка. В 1993 году суммарная численность гнездящихся птиц составила всего 55 пар. Обследования, проведенные в 1997 году, показали, что колония полностью прекратила свое существование.

Поблизости от этой колонии располагалась Мало-Карабулакская смешанная колония голенастых птиц. Здесь птицы начали гнездиться с 1970 года. Она располагалась на высоких ивах, произрастающих по берегам ерика, соединяющего ильмени Большой и Малый Карабулак. В колонии гнездились только голенастые птицы, из них доминировали серая цапля и малая белая цапля. Своего расцвета эта колония достигла в период 1980–1985 гг., когда суммарная численность гнездящихся цапель составила 240–250 пар.

Пальминская (Керемтинская) смешанная колония сформировалась в 1960 году и располагалась в высокоствольном ивовом лесу, произраставшем по берегам ер. Зеленый, соединенного с пр. Хурдун. Гнездились голенастые птицы и только в 1995 году отмечен на гнездовании большой баклан – 276 гнезд. Численность птиц на гнездовании подвергалась колеба-

ниям по годам, что связано было с высоким фактором беспокойства. Из-за постоянной вырубki леса, птицы порой не гнездились вообще. Так, это отмечалось в 1985 и в 1987 годы. В 1997 году лес был полностью вырублен и птицы покинули колонию. В 2008 году голенастые (серая, большая и малая белые цапли) начали здесь гнездиться, устраивая свои гнезда на тростнике. Суммарная численность гнездящихся цапель составила около 550 пар.

Большое колониальное гнездовье существовало на ильмене Чистая Шайна. Известно с 1986 года. Ежегодно гнездились большая белая и серая цапли, изредка встречались на гнездовании малая белая и рыжая цапли. Кроме голенастых птиц здесь порой гнездились озерная чайка, хохотунья, крачка речная и ходулочник. Причем, численность чайки-хохотуньи в 2003 и в 2004 гг. составила около 700 гнездящихся пар, численность озерной чайки в 2003 году – 300 пар, а речной крачки в 2006 году – 150 пар.

Подпитка ильменя водой затруднительна и уровень воды в летние месяцы заметно снижается. В годы с недостаточным обводнением тростниково-рогозовые заросли выжигаются, что лишает птиц мест гнездования и ухудшаются защитные свойства угодий.

Подобная картина наблюдается и в колонии, расположенной на ильмене Бюри-Базе. Здесь в 1985 году была обнаружена смешанная колония голенастых птиц. Гнездились большая и малая белые цапли, серая и рыжая цапли, кваква, каравайка и колпица. Причем, максимальная численность большой белой цапли достигала 230 гнездящихся пар (1985 год), малой белой цапли – 400 пар (1999 год), серой цапли – 100 пар (2000 год) и рыжей цапли – 40 гнездящихся пар (2002 год). В 2001 году на ильмене гнездились более 200 пар каравайки – вида занесенного в Красную Книгу РФ. Но особую значимость этот ильмень имел, как место гнездования колпицы. В период с 1997 по 2002 год здесь гнездились от 100 до 250 пар этих очень редких для нашего региона птиц. По предложению орнитологов заповедника, постановлением Главы администрации Астраханской области № 273 от 15 августа 2000 года территория ильменя Бюри-Базе, где располагалась колония колпиц, была включена в состав государственного заказника «Ильменно-бугровой». В эти годы суммарная численность всех видов голенастых достигала 310–880 гнездящихся пар. Тем не менее, в последние годы, из-за недостаточного водообеспечения, ильмень сильно обмелел и утратил свое былое значение, как место гнездования колпиц. Последний раз гнездование этих птиц здесь отмечено в 2006 году (50 пар). Численность разных видов цапель также резко снизилась, а в 2008 году колония прекратила свое существование. Исчезновение этой колонии, как самого большого в нашей области гнездовья колпиц, несомненно, является непоправимой утратой для популяции этих птиц.

Большая колония голенастых птиц существовала и на ильмене Большой Чапчалган. Известна с 1987 года. Здесь преимущественно гнез-

дилась большая белая цапля, максимальная ее численность составляла более 100 пар (1999 и 2003 гг.) и серая цапля (более 100 гнездящихся пар в 1991 году). В 2002, 2005 и 2006 гг. в небольшом числе (до 20 пар) гнездилась колпица. С 2003 по 2008 гг. отмечено гнездование рыжей цапли – до 10–20 пар. Из-за отсутствия деревьев, свои гнезда птицы устраивали на зарослях тростника. Основной отрицательный фактор – недостаточное обводнение ильменя.

Кроме этих, выше упомянутых колоний, гнездование голенастых птиц отмечалось на ильменах Суньчжа, Шушай, Большой Джурук, Данхур, Газын, Круглый и других.

При обследовании колонии, проведенное в 1974 году, на ильмене Суньчжа гнезилось более 85 пар цапель (серая, большая белая и рыжая) и 20 пар колпиц. В 1978 году ильмень был полностью осушен и распахан. Птицы вынуждены были покинуть колонию.

Колония голенастых птиц на ильмене Шушай располагалась на зарослях тростника. В 1991 году здесь отмечено гнездование 120 пар серых и 60 пар больших белых цапель. Поступление воды в период половодья в этот ильмень происходит через систему других ильменей. В последние годы из-за низких уровней воды в половодье, ильмень сильно обмелел. Ежегодно заросли тростника, произрастающие по берегам, выжигаются, что, по видимому, явилось основной причиной выселения птиц из этой колонии.

Небольшая колония больших белых цапель (в 1990 году – 40 гнездящихся пар) существовала на ильмене Большой Джурук. В 1990 году здесь отмечено гнездование и 20 пар серой цапли. В связи с прекращением принудительной подкачки воды ильмень частично высох, и птицы покинули колонию.

Представляла интерес колония, располагавшаяся на ильмене Большой Руснур, в 5 км западнее с.Бирючья Коса. Колония с суши труднодоступна и была обнаружена с самолета в 1991 году. В этот год здесь гнезилось по 50 пар больших белых и серых цапель, до 100 пар кваквы и 40 пар каравайки. В настоящее время этот ильмень высох и колония прекратила существование.

В прошлом в ильменно-бугровом районе известно о существовании не менее 25 колоний голенастых птиц, не учитывая микроколоний, где численность цапель (преимущественно большой белой и серой) на гнездовании составляла не более 10-20 пар. Более подробная информация о кадастровой характеристике колониальных гнездовых голенастыцх и веслоногих птиц нами была изложена ранее (Реуцкий, Гаврилов, 2009).

В последние десятилетия, в связи с прекращением работ по принудительной закачке воды в ильменно-бугровой район, условия гнездования для многих видов водоплавающих и околоводных птиц резко ухудшились. Из-за недостаточного естественного наполнения ильменей полыми водами, эти водоемы в летний период сильно мелеют, а порой и полностью высы-

хают, что приводит к гибели водных животных – основных кормовых объектов птиц. Таким образом, в последние годы кормовые свойства угодий в ильменно-бугровом районе для водоплавающих и околоводных птиц резко ухудшились и в большинстве ильменей оцениваются нами как очень плохие. Кроме того, в связи с недостаточным наполнением ильменей, в летний период заросли земноводной растительности, произрастающие по берегам водоемов, обсыхают. Местные жители и туристы нередко поджигают эти заросли и они выгорают полностью, что приводит к потере гнездовых и защитных свойств угодий. В последние годы частые пожары земноводной растительности нами отмечались на ильменах Чистая Шайна, Бюри-Базе, Шушай и некоторых других.

Таким образом, в настоящее время угодья ильменно-бугрового района утратили свое былое значение, как места массового гнездования птиц водно-болотного комплекса. Проведенные в мае 2012 года обследования территории западного ильменно-бугрового района показали, что крупных колониальных гнездовых голенастых птиц не осталось. В сложившейся ситуации, единственным мероприятием, направленным на сохранение былой славы ильменно-бугрового района, является восстановление существовавшей ранее системы принудительного заполнения ильменей и поддержание постоянного уровня воды в течение всего теплого периода года.

Литература

1. Реуцкий, Н. Д. Кадастровая характеристика состояния колоний голенастых и веслоногих птиц в дельте Волги и западных подстепных ильменях / Н. Д. Реуцкий, Н. Н. Гаврилов // Тр. Астрах. госуд. природного биосферного заповедника, вып. 14. – Астрахань, 2009. – С. 242–289.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ДЕЛЬТОВЫХ ВОДОЕМОВ РЕКИ ВОЛГА

И. А. Бурлаков

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Качество волжской воды в пределах Астраханской области определяется рядом факторов, основными из которых традиционно считаются транзитный сток из вышерасположенных регионов бассейна р. Волги, судходство и сброс загрязняющих веществ предприятиями области в открытые водоемы Волго-Ахтубинской поймы и дельтовые водотоки.

Безусловно, загрязнение Волги в границах Астраханской области носит преимущественно транзитный характер, однако нельзя недооценивать региональный вклад, связанный с инфраструктурными проблемами региона.

Динамика поступления загрязняющих веществ с волжским стоком рассматривалась для 2009, 2010, 2011 г. на следующих постах: р. Волга (с. Цаган-Аман, (транзит), рук. Бузан (с. Красный Яр).

На рисунке 1 представлена динамика распределения некоторых гидрохимических показателей по годам. Так содержание хлоридов по годам относительно равномерна (25,57–33,4 мг/л). Содержание хлоридов на протяжении трех лет находилась в пределах ПДК (300 мг/л). В 2009 году содержание сульфатов составило 101,2 мг/л. В 2010 году содержание сульфатов составило 57,7 мг/л (уменьшилось в 1,8 раза). В 2011 году содержание сульфатов вновь увеличилось в 1,03 раза (по отношению к 2010 году) и составило 59,7 мг/л.

Содержание аммонийного азота не превышало ПДК, максимальное содержание наблюдалось в 2009 году (0,1 мг/л). В динамике распределения нитритов наблюдалась тенденция к уменьшению концентрации. С 2009 по 2011 года концентрация уменьшилась в 2,14 раз (с 0,030–0,014 мг/л). На протяжении 3 лет концентрации не превышали предельно-допустимые. Содержание нитратов так же не превышало ПДК.

Динамика распределения концентраций загрязняющих веществ токсического комплекса в с. Цаган-Аман выглядит следующим образом (рис. 2).

Динамика распределения концентраций меди на протяжении 3 лет была неоднородна: в 2009 году содержание меди резко возросло до 0,007 мг/л. В 2010 и 2011 годах концентрация находилась примерно на одном уровне (0,0044; 0,0043 мг/л). Содержание цинка в 2009 и 2011 годах превышало ПДК в 1,7 и 1 раз соответственно. В 2010 году концентрация были в пределах ПДК (0,03 мг/л). Концентрации ртути на протяжении всего периода наблюдений превышало ПДК. В 2009 году в 2 раза, в 2010 году 2,3 раза, в 2011 году в 1 раз.

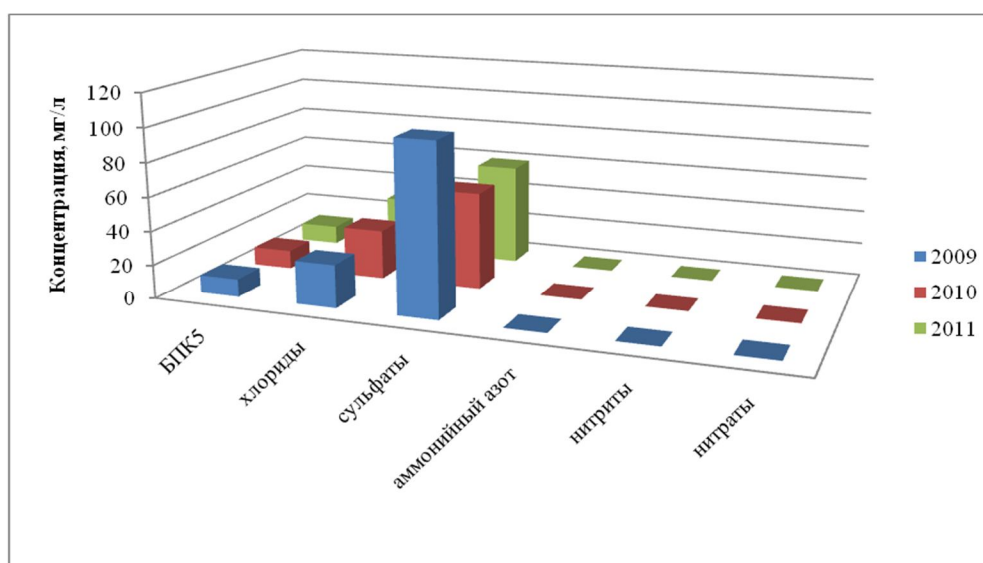


Рис. 1. Динамика поступления загрязняющих веществ эвтрофического комплекса по годам для с. Цаган-Аман

Концентрация СПАВ в 2009 году составляла 0,02 мг/л, с 2010 года концентрация СПАВ возросла в 1,5 раза и составила 0,03 мг/л. Концентрация фенолов превышало ПДК все 3 года. В 2009-2011 годах в 1 раз, в 2010 году в 2 раза. Содержание нефтепродуктов так же превышало предельно-допустимые концентрации. Максимальная концентрация и соответственно самое больше превышение ПДК наблюдалось в 2009 году (5,5 ПДК). В остальные года превышение ПДК было незначительным и варьировало от 1,4–1,1 ПДК. Концентрация железа в 2009-2011 годах было высокой и составила соответственно 0,262 мг/л (2,62 ПДК); 0,27 мг/л (2,7 ПДК); 0,22 мг/л (2,2 ПДК).

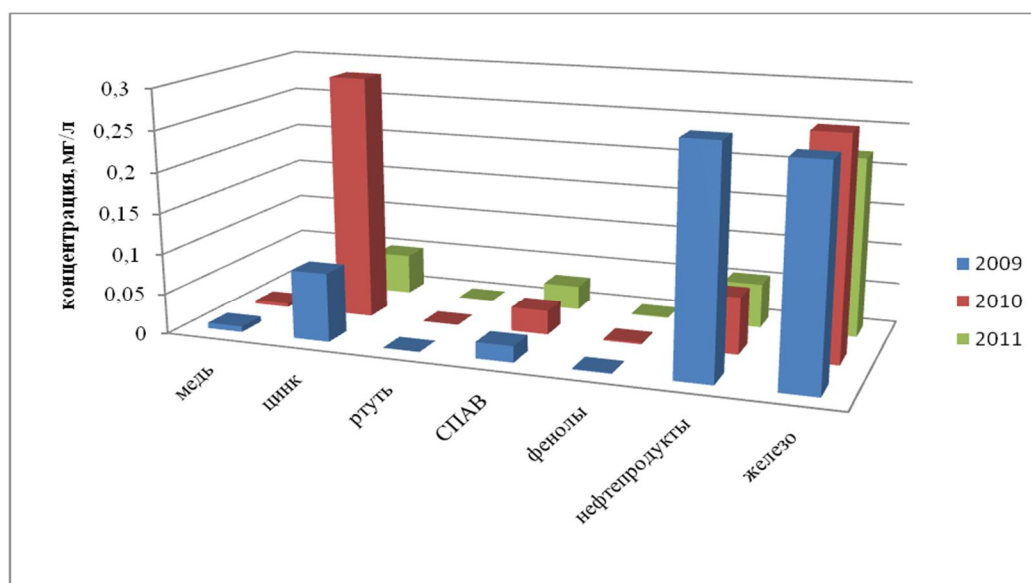


Рис. 2. Динамика поступления загрязняющих веществ токсического комплекса по годам для с. Цаган-Аман

Рассмотрим динамику поступления загрязняющих веществ эвтрофического и токсического комплекса со стоками с. Красный Яр. Содержание растворенного кислорода максимальным было в 2009 г. и составляло 11,12 мг/л. Минимальное содержание кислорода наблюдалось в 2010 г. – 9,40 мг/л.

Содержание БПК₅ на протяжении трех лет превышало ПДК: в 2009 г. – в 1,8 раз; в 2010 г. – в 1,89 раз; в 2011 г. – в 1,7 раз.

Концентрации хлоридов были в пределах ПДК. Максимальная концентрация наблюдалась в 2010 г. и составляла 30,13 мг/л. Минимальная концентрация наблюдалась в 2009 году и составила 24,21 мг/л. С 2010 по 2011 года наблюдалась тенденция снижения концентрации хлоридов в 1,15 раз.

Содержание сульфатов в 2009 г. превысило ПДК в 1,1 раз и составило 112,5 мг/л. Минимальная концентрация сульфатов наблюдалась в 2010 году и составила 56,37 мг/л. Содержание аммонийного азота находи-

лось в пределах ПДК. Максимальное содержание наблюдалось в 2009 г. (0,088 мг/л). Минимальна концентрация в 2010 г (0,012 мг/л).

Концентрации нитритов превышали ПДК в 2009 и в 2011 годах в 1,05; 1,2 и составили 0,021 мг/л; 0,023 мг/л. В 2010 году концентрация нитритов составляла 0,018 мг/л. Концентрации нитратов варьировали 0,22–0,364 мг/л. Превышение ПДК не наблюдалось. Максимальная концентрация меди наблюдалась в 2010 году и составила 6,2 ПДК (0,0062 мг/л). В остальные года превышение ПДК было ниже: в 2009 г. – 3,4 ПДК, в 2010 г. – 4,2 ПДК.

Максимальное содержание цинка наблюдалось в 2011 году (2,4 ПДК). В 2009 и 2010 годах превышение ПДК не наблюдалось. Максимальное значение концентрации ртути пришлось на 2009 год и составило в среднем 0,0004 мг/л (4 ПДК). Минимальное значение концентрации ртути наблюдалось в 2010 и 2011 годах – 0,0002 мг/л (2 ПДК). Концентрации СПАВ не превышали ПДК и находилось в пределах от 0,029 до 0,038 мг/л.

Концентрации фенолов на протяжении трех лет превышало ПДК: в 2009 г. – 1 ПДК, в 2010 г. – 1 ПДК; в 2011 г. – 2 ПДК. Максимальное содержание нефтепродуктов наблюдалось в 2009 г. – 0,10 мг/л (2 ПДК). Минимальная концентрация нефтепродуктов наблюдалась в 2010 г. и составила 0,05 мг/л (1 ПДК). С 2009 по 2011 года наблюдалось снижение концентрации нефтепродуктов в 2 раза. Максимальные концентрации железа наблюдались в 2011 году – 0,26 мг/л (2,6 ПДК). Минимальная концентрация наблюдалась в 2009 году и составила 0,191 мг/л.

Таким образом, загрязняющие вещества эвтрофического комплекса практически не превышали ПДК. Превышение ПДК наблюдалось только по следующим веществам: БПК₅, сульфаты, нитриты. Остальные показатели находятся в норме, их концентрации соответствуют предельно допустимым. Это связано, в первую очередь с развитием процессов самоочищения. Рост концентрации азота (в данном случае нитритов), являющихся трофической основой для развития автотрофных организмов, в том числе высшей водной растительности приводит к повышению трофности волжской воды, увеличивая ее способность к самоочищению. В токсическом комплексе приоритетными загрязнителями являются: соединения меди и ртути, которые на протяжении трех лет превышали ПДК на всех пунктах наблюдения.

Литература

1. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, В. Н. Виниченко, Е. М. Аверочкин // Эколайн. – 2000.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2004 г. / Министерством природных ресурсов Российской Федерации. – М., 2005.

3. Дедикова, Т. Н. Экологическое состояние реки Волги / Т. Н. Дедикова, П. И. Бухарицин // Вестник АГТУ. – 2010. – № 1 (49).

4. Доклад об экологической обстановке на территории Астраханской в 2010 году. – Астрахань, 2011. – 81 с.

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В. Н. Саинова, Н. Ю. Полянская

*Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань (Россия)*

Рост городов, развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой.

Ежегодно возрастают потребности в воде. Расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300–3500 км³ в год.

Дефицит чистой пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых всего мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов:

- более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод;
- разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление свежей воды [1].

В настоящее время обеспеченность водой в расчете на одного человека в сутки в различных странах мира разная. В ряде стран с развитой экономикой назрела угроза недостатка воды. Дефицит пресной воды на земле растет в геометрической прогрессии.

Вода – один из важнейших факторов, определяющих размещение производительных сил, а очень часто и средство производства. Увеличение расходования воды промышленностью связано не только с ее быстрым развитием, но и с увеличением расхода воды на единицу продукции.

Особое место в использовании водных ресурсов занимает водопотребление для нужд пищевых предприятий. На эти цели в нашей стране приходится около 10 % водопотребления. При этом обязательными являются бесперебойность водоснабжения, а также строгое соблюдение научно обоснованных санитарно-гигиенических нормативов.

В России основным источником водных ресурсов является речной сток, составляющий в среднем по водности года 4262 км^3 , из которых около 90 % приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80 % населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8 % общего объема речного стока. Российская Федерация в целом богата ресурсами пресной воды: на одного жителя приходится 28500 м^3 в год, но ее распределение по территории крайне неравномерное. Наряду с этим продолжается процесс интенсивной деградации малых рек России, связанный с их заилением.

В целом по России суммарный объем забора свежей воды из водисточников составляет около 3 %, однако по ряду бассейнов рек, в т. ч. Кубани, Дона, величина водозабора достигает 50 % и более, что превышает экологически допустимый отбор.

Качество воды водоемов и водотоков оценивается по физическим, химическим и гидробиологическим показателям. Последние определяют класс качества воды и степень их загрязненности: очень чистые – 1 класс, чистые – 2 класс, умеренно-загрязненные – 3 класс, загрязненные – 4 класс, грязные – 5 класс, очень грязные – 6 класс. По гидробиологическим показателям практически нет вод первых двух классов чистоты.

Наибольшее количество сточных вод с территории России поступает в акваторию Каспийского моря – около 28 км^3 сток, в т. ч. 11 км^3 загрязненных, Азовского – около 14 км^3 сток, в т. ч. 4 км^3 загрязненных.

Охрана водных объектов от загрязнения осуществляется посредством регулирования деятельности как стационарных, так и других источников загрязнения.

На территории России практически все водоемы подвержены антропогенному влиянию. Качество воды в большинстве из них не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод выявили тенденцию к росту их загрязненности. Ежегодно увеличивается число створов с высоким уровнем загрязнения воды (более 10 ПДК) и количество случаев экстремально высокого загрязнения водных объектов (свыше 100 ПДК).

Микробное загрязнение вод происходит в результате поступления в водоемы патогенных микроорганизмов. Имеет место также тепловое загрязнение вод в результате поступления нагретых сточных вод.

Практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подвергаются воздействию вредных антропогенных загрязнений, особенно такие реки, как Волга, Дон, Северная Двина и другие. 70 % поверхностных вод и 30 % подземных потеряли питьевое значение и перешли в категории загрязненности – «условно чистая» и «грязная». Практически 70 % населения РФ употребляют воду, не соответствующую ГОСТу «Вода питьевая».

Нарастают процессы деградации поверхностных водных объектов за счет сбросов в них загрязненных сточных вод предприятиями и объектами жилищно-коммунального хозяйства, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, в том числе и пищевой промышленности.

Продолжается истощение водных ресурсов рек под влиянием хозяйственной деятельности. Практически исчерпаны возможности безвозвратного водоотбора в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и ряда других. Неблагополучным является состояние малых рек, особенно в зонах крупных промышленных центров.

Из-за повышенного загрязнения водоисточников традиционно применяемые технологии обработки воды в большинстве случаев недостаточно эффективны. На эффективность водоподготовки отрицательно влияет дефицит реагентов и низкий уровень оснащенности водопроводных станций автоматикой и приборами контроля. Положение усугубляется тем, что 40 % внутренних поверхностей трубопроводов поражены коррозией, покрыты ржавчиной, следовательно, при транспортировке качество воды дополнительно ухудшается.

Системы водоотведения и очистки состоят из комплекса оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для приема и удаления по трубопроводам бытовых производственных и атмосферных сточных вод, а также для их очистки и обезвреживания перед сбросом в водоем или утилизацией.

Проектирование вновь строящихся и реконструируемых систем водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий должно осуществляться на основе утвержденных в установленном порядке схем развития и размещения отрасли народного хозяйства, отраслей промышленности и схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам. При выборе систем и схем водоотведения должна учитываться техническая, экономическая и санитарная оценки существующих сетей и сооружений, предусматриваться возможность интенсификации их работы [2].

Темпы развития индустрии сегодня настолько высоки, что одноразовое использование для производственных нужд запасов пресной воды – недопустимая роскошь.

Актуальной сегодня является разработка новых бессточных технологий, что практически полностью решит проблему защиты водоемов от загрязнения. Однако разработка и внедрение безотходных технологий требует определенного времени, до реального перехода всех производственных процессов на безотходную технологию еще далеко. Чтобы всемерно ускорить создание и внедрение в народнохозяйственную практику принципов и элементов безотходной технологии будущего, необходимо решить проблему замкнутого цикла водоснабжения промышленных пред-

приятий. На первых этапах надо внедрить технологию водообеспечения с минимальным потреблением свежей воды и сбросом, а также ускоренными темпами строить очистные сооружения.

При строительстве новых предприятий на отстойники, аэраторы, фильтры уходит иногда четверть и более капиталовложений. Сооружать их, конечно, необходимо, но радикальный выход в коренном изменении системы водопользования. Надо перевести промышленность на замкнутую технологию.

При замкнутой технологии предприятие использованную и очищенную затем воду возвращает в оборот, а из внешних источников только пополняет потери.

Во многих отраслях промышленности до недавних пор сточные воды не дифференцировались, объединялись в общий поток, локальные сооружения очистки с утилизацией отходов не строились. В настоящее время в ряде отраслей промышленности уже разработаны и частично реализованы замкнутые водооборотные схемы с локальной очисткой, что значительно снизит удельные нормы водопотребления.

Для внедрения комплексной системы обеспечения экологической безопасности в области охраны водных ресурсов необходимо регулярно осуществлять ряд мероприятий в рамках проведения государственной политики в области природопользования. С целью защиты и сохранения водных ресурсов: создание и укрепление технических и институциональных возможностей в целях выявления и охраны потенциальных источников водоснабжения в рамках всех слоев общества; определение потенциальных источников водоснабжения и подготовка национальных водных кадастров; разработка национальных планов защиты и сохранения водных ресурсов; восстановление важных, но повергшихся деградации районов водосбора; укрепление административных и законодательных мер в целях предотвращения посягательств на существующие и потенциально пригодные к использованию водосборные площади. С целью предупреждения загрязнения воды и для борьбы с загрязнением: применение там, где это необходимо, принципа «загрязнитель платит» ко всем видам источников загрязнения, включая санитарно-профилактические меры на промышленных объектах и за их пределами; поощрение строительства очистных сооружений для бытовых и промышленных сточных вод, а также разработка соответствующих технологий с учетом традиционной местной практики; установление норм в отношении сброса сточных вод и тех вод, в которые они сбрасываются; применение мер предосторожности при регулировании качества воды там, где это необходимо, с упором на минимизацию и предотвращение загрязнения посредством использования новых технологий, изменения продукции и производственных процессов, сокращения загрязнения у источника и повторного использования сточных вод, рециркуляции и регенерации, очистки и экологически безопасного удаления сточных вод; обяза-

тельная экологическая экспертиза всех крупных водохозяйственных проектов, способных нанести ущерб качеству воды и водным экосистемам, при одновременной разработке надлежащих мер по ликвидации такого ущерба и усилении контроля за новыми промышленными установками, местами сброса твердых отходов и проектами развития инфраструктуры; принятие решений в данной области на основе оценки риска и регулирования степени риска и обеспечение выполнения принятых решений; определение и применение наиболее рациональных, с экологической точки зрения, и относительно недорогостоящих методов с целью предупредить распространение загрязнения, а именно путем ограниченного, рационального и планомерного использования азотных удобрений и других агрохимикатов (пестицидов, гербицидов) в сельскохозяйственной практике; поощрение и стимулирование использования должным образом обработанных и очищенных сточных вод в сельском хозяйстве, аквакультуре, промышленности и других секторах. Разработка и применение экологически чистых технологий, заключающиеся в: контроль за сбросом промышленных отходов, включая использование малоотходных производственных технологий и рециркуляцию воды, на комплексной основе и путем принятия мер предосторожности с учетом всестороннего анализа жизненного цикла; очистка и безопасное повторное использование коммунально-бытовых сточных вод в сельском хозяйстве и аквакультуре; разработка биотехнологии, в частности для обработки отходов, производства биоудобрений и т. д.; разработка соответствующих методов борьбы с загрязнением вод с учетом обоснованной традиционной и местной практики. Необходим контроль и наблюдение за водными ресурсами и водами, в которые сбрасываются отходы: создание сетей мониторинга и постоянного контроля за водами, в которые поступают отходы, а также за точечными и рассеивающими источниками загрязнения; поощрение и более широкое проведение экологических экспертиз географических информационных систем; наблюдение за источниками загрязнения с целью обеспечения их большего соответствия нормам и положениям в этой области, а также для регулирования выдачи разрешений на сброс отходов; контроль за использованием в сельском хозяйстве химических веществ, которые могут оказать вредное воздействие на окружающую среду; рациональное землепользование с целью предупреждения деградации земель, эрозии и заиливания озер и других водоемов.

Должны быть разработаны национальные и международные правовые документы для следующих целей: мониторинга и контроля за загрязнением национальных и трансграничных вод и его последствиями; контроля за переносом загрязнителей на большие расстояния через атмосферу; контроля за случайными и/или произвольными сбросами в национальные и/или трансграничные водоемы; проведения экологических экспертиз.

В сложившихся условиях наиболее актуальной является разработка региональной стратегии водопользования для южной и центральной России. Основная цель – стимулировать оборотное водопользование при одновременном сокращении прямого водозабора, что подразумевает комплекс мероприятий по превращению воды в экономически значимый ресурс для всех хозяйствующих субъектов, включая сельское хозяйство и население. Повсеместность и дисперсность использования воды делает бесперспективной стратегию централизованного управления ее распределением и потреблением.

Литература

1. Лотош, В. Е. Экология природопользования / В. Е. Лотош. – Екатеринбург : УГЭУ, 2000. – 540 с.
2. Снакин, В. В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник / В. В. Снакин. – М. : Академия, 2000. – 69 с.

ИСТОКИ ОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ И УГРОЗ УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ ГЕОЭКОСОЦИОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Д. Ю. Куренков, П. И. Бухарицин

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Рост числа глобальных геоэкологических проблем современности побуждает разумное человечество планеты осуществлять активный поиск грамотных способов коэволюции сложных природных и социальных систем. Узловым вопросом, требующим разрешения при переходе общества к устойчивому, сознательно регулируемому, «самоподдерживающему» развитию (sustainable development), становится вопрос тотального загрязнения гидросферы и нарастающий дефицит пресной воды во многих регионах мира. ООН в своем ежегодном докладе настойчиво предупреждает об угрозе водного кризиса, когда вода станет самым ценным природным ресурсом для человечества. Истинной угрозой выживанию может стать превышение пределов устойчивости биосферы и, соответственно, глобальная экологическая катастрофа. *Водные экосистемы — наиболее уязвимый элемент биосферы.* Возникла необходимость комплексного подхода к данной общенаучной проблеме, систематизация знаний о роли водных ресурсов в развитии человеческого общества; объяснение взаимосвязи экономических и политических процессов с водными ресурсами, выработка стратегии и тактики достижения гидрополитических целей.

В сложившихся условиях становится несостоятельным классический подход к изучению специфики опасных природных явлений и процессов,

ведущих к изменениям ландшафтов, исчезновению экосистем. Анализ рисков от стихийных явлений, не зависящих от человека, становится менее актуальным, чем анализ техногенных, экологических и социальных катастроф, непосредственно являющихся следствием принимаемых им решений. Востребованы методы нелинейного анализа и синергетики, когда общество и природа рассматриваются как части целого, находящиеся в партнерских взаимоотношениях по принципу обратной связи. Синергетика происходит от греческого «synergeia» – совместное, или кооперативное, действие. Чем больше изменяется одна часть, тем больше востребовано изменение другой части, для поддержания целостности системы. Взяв на вооружение наставление Вернадского: «Земная кора и, очевидно, сама Земля, не есть инертное место в Космосе несвязанных между собой явлений..., а является своеобразным механизмом, обладает известной организованностью» научный мир начинает «новый диалог с природой». Обобщение И. Пригожина об открытости природных систем произвело революцию в современном естествознании. Феномен самоорганизации, когда часть ресурсов внешней среды целенаправленно тратится системой для «самоподдержания» своего порядка, позволил по-новому объяснить происхождение природных катастроф. В противовес жестко детерминированному взгляду на мир – это допущение возможности другого расчленения исследуемых объектов, отрицание абсолютности пространственных, временных границ между объектами, построение сквозной иерархии систем, предусматривающей вертикальные и горизонтальные связи между исследуемыми объектами. Опасные Природные Процессы (ОПП) рассматриваются как нелинейные экстремальные явления, возникающие при взаимодействии природных систем и процессов с социальными и экологическими системами [3]. Чтобы сделать ударение на изначальность природной подсистемы, ее активную социоизменяющую и социоформирующую роль в процессе интеграции и синтеза природных и социальных явлений в сложные природно-хозяйственные системы, используется термин гео-эко-социосистемы [2]. Внутри гео-эко-социосистемы может рассматриваться не только конкретный человек, как индивид, или целый социум, его здоровье, но и такие подсистемы социальной жизни как политика, религия, мораль.

В данной работе впервые делается попытка исследования открытой нелинейной гео-эко-социосистемы Северного Каспия в составе глобальной иерархии систем. Сегодня уже никто не отрицает, что гидротехническое строительство на Волге привело к губительной трансформации богатой природной волго-каспийской экосистемы, ценнейшего рыбохозяйственного водоема нашей страны, с сохранившимися уникальными на нашей планете стадами осетровых рыб – величайшего достояния народа. Возведение плотин на реке лишило рыб естественных нерестилищ, изменило режим речного стока, обеднило речные воды взвешенными веществами и раство-

римыми минеральными соединениями, сократило продукцию органического вещества, обусловило неустойчивый солевой режим в Северном Каспии. Снижение концентрации биогенных элементов по праву считается одним из самых негативных последствий зарегулирования стока Волги. Сегодня экосистема Каспийского моря переживает дополнительные экологические изменения окружающей среды под прессом разрушительных мировых процессов глобализации. Интенсивное изъятие природных ископаемых на шельфе и побережье моря приводят к конфликтному столкновению интересов человека и биосферы, угрожают быстрыми глобальными химическими изменениями во всех природных средах, провоцируют наведенные землетрясения, опускание и подтопление земной поверхности, деградацию биоразнообразия, а главное – практическое прекращение восстановления возобновляемых природных ресурсов: воздуха, воды, почвы, растительного и животного мира [1]. Если взять конкуренцию между рыбной отраслью и нефтегазовой за пространство в рамках данной системы, то имея меньшую прибыль, рыболовство будет вытеснено. Однако вместе с рыболовством будут «вытеснены», попросту уничтожены, водные биологические ресурсы, которые являются элементом биологического разнообразия, без которого существование системы а вместе с ней и нефтегазовой отрасли, будет проблематично. Человечество словно забыло о том, что биологические ресурсы уникального Каспийского моря бесценны, что они могут и должны служить будущим поколениям после того, как запасы углеводородного сырья будут исчерпаны.

Как требование времени ноосферная методология, внедряющаяся в мышление, выдвигает на передний план необходимость углубленного изучения природных явлений во взаимодействии с социальной сферой. В современных условиях в гораздо большей степени, чем раньше, проявляется зависимость здоровья и благосостояния общества от состояния и здоровья природной среды по каналам обратной связи. Например, по схеме гео-эко-социосистемы Северного Каспия в составе иерархии высших систем (рис. 1.), можно выявить связь между катастрофическими природными изменениями в ландшафте и моралью местного населения. Поиск путей к сбалансированному сочетанию различных видов деятельности человека в прикаспийском регионе с задачами охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов приводит к осознанию необходимости внедрения комплексного подхода к управлению прибрежной зоной (КУПЗ) моря. Из мировой практики: «Под прибрежной зоной понимается полоса суши и моря, ширина которой варьируется в зависимости от характера окружающей среды и управленческих задач. Она редко совпадает с административными единицами или единицами планирования. Естественные приморские системы и территории, где человек осуществляет деятельность, связанную с использованием ресурсов побережья, могут простираться значительно дальше границ прибрежных вод и на многие кило-

метры в глубь суши» [4]. Процесс выявления проблем прибрежной зоны Северного Каспия и осознание возможностей более рационального использования ее ресурсов будет эффективен при условии вовлечения в него как можно большего числа заинтересованных пользователей (рис. 1.), что позволит узнать их потребности и возможности, будет способствовать более глубокому пониманию с их стороны стратегии развития прибрежной зоны и позволит им быть заинтересованными именно в такой стратегии. Накопленный мировой опыт показывает, что эта сфера деятельности требует участия в ней не только правительственных чиновников, но и различных по профилю структур бизнеса и гражданского общества: неправительственных организаций общественного профиля, научных центров и местных объединений, ассоциаций коренных народов. Прибрежная зона Северного Каспия — наше общее достояние. Живя и работая с заботой о нашем побережье, мы можем обеспечить лучшее качество жизни для себя и для будущих поколений.

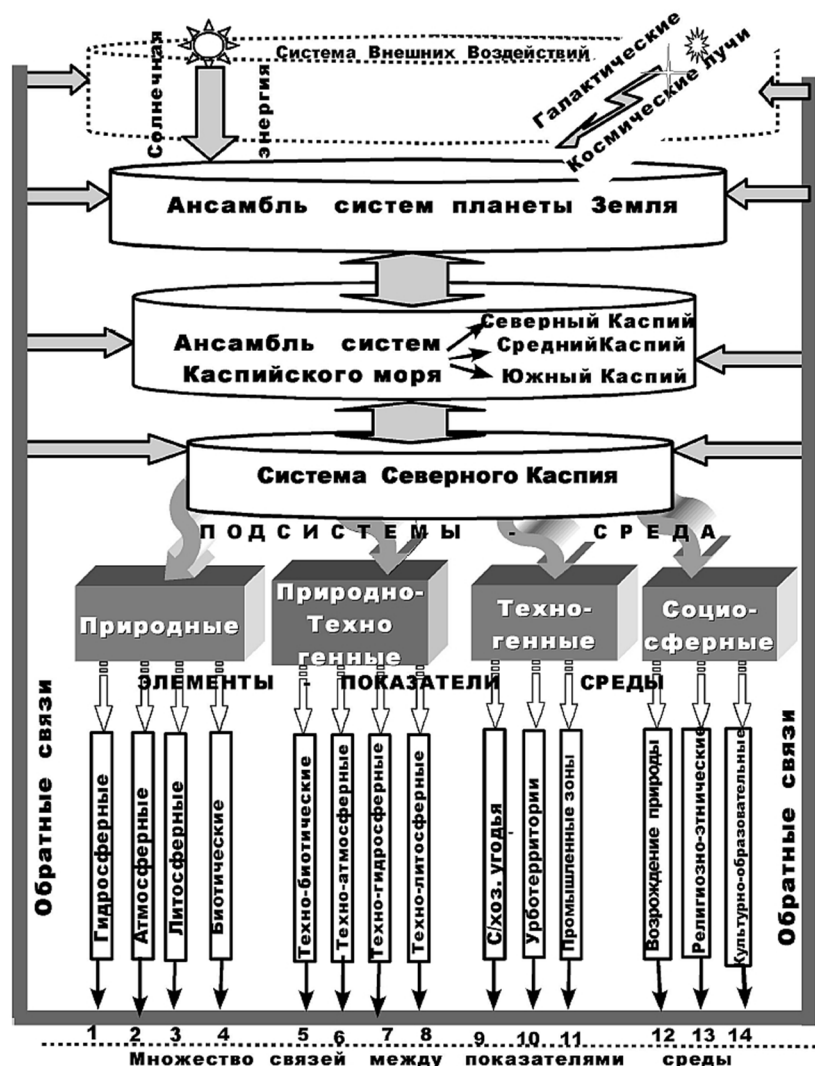


Рис. 1. Схема геозекосоциосистемы Северного Каспия в составе иерархии высших систем (составлено Куренковым Д. Ю. по [2, 3])

Литература

1. Бухарицин, П. И. Опасные гидрологические явления на Северном Каспии / П. И. Бухарицин // Водные ресурсы. – 1994. – Т. 21, № 4.
2. Егоренков, Л. И. Геоэкология / Л. И. Егоренков, Б. И. Кочуров. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
3. Мазур И. И. Опасные Природные Процессы / И. И. Мазур, О. П. Иванов. – М. : Экономика, 2004. – 701 с.
4. Situation in Europe's Coastal Zones. – Режим доступа: <http://europa.eu.int/comm/environment/iczm/situation.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ г. ТОЛЬЯТТИ

Е. В. Одокиенко, Е. А. Усманова

*Тольяттинский государственный университет,
г. Тольятти (Россия)*

Тольятти – самый крупный город России, не являющийся столицей субъекта Российской Федерации. Его три района разделены лесным массивом и раскинулись вдоль Волги на 48 км. По численности населения Тольятти занимает 18-е место в России. Численность населения городского округа на 01 января 2009 года составила 719 947 человек (мужчины – 46,7 % от общей численности населения, женщины – 53,3 %) [1].

Тольятти входит в приоритетный список городов России с наибольшими уровнями загрязнения. Экологическая ситуация в городе, как и во многих других промышленных центрах, весьма напряженная. По оценкам специалистов, город, с территорией около 315 км², своими выбросами отрицательно воздействует на территорию до 744 км². Кризисная обстановка создалась в отношении загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв.

Плотность промышленной застройки в городе примерно в 3–4 раза больше, чем в среднем по России. Из-за этого заметно возрастает и объем загрязнений окружающей среды. Несмотря на то, что часть промышленных предприятий выделена в отдельную промышленную зону, ее удаленность от жилых массивов недостаточна для обеспечения на территории города благоприятной экологической обстановки. Наличие существенных лесных массивов между городскими районами играет свою положительную роль. Однако площадь зеленых насаждений общего пользования непосредственно на жилой территории составляет всего 41,9 % от норматива (10,3 м² от 24,6 м² положенных на человека). Пожар 2010 года, уничтоживший, по разным оценкам, от 15 до 40 % тольяттинского соснового бора, который во многом играет роль фильтров для очистки городского

воздуха, серьезно осложнил экологическую обстановку. Кроме того, больше нет естественной защиты для подземных запасов воды в городе, а между тем за счет этих запасов происходит водоснабжение двух из трех районов города.

Эксперты считают, что ситуация с атмосферным загрязнением в Тольятти — средняя для большинства крупных промышленных городов России. Уровень загрязнения атмосферного воздуха определяется выбросами около 30 промышленных предприятий. Только общий валовый выброс загрязняющих веществ от основных промышленных предприятий ежегодно составляет 40–50 тыс. тонн. Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия электротеплоэнергетики, химической промышленности, машиностроения и металлообработки. К наиболее опасным веществам, попадающим в воздушный бассейн города, относятся вещества первого класса опасности: пятиокись ванадия, соединения тяжелых металлов, сероводород, хлор. Основными загрязняющими веществами является пыль (15 %), двуокись серы (13 %), окись углерода (14 %), окислы азота (38 %), углеводороды (1,5 %) и летучие органические соединения (8 %).

В целом индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) по разовым выбросам доходил в прошлом году до 10,5 ИЗА. Это очень высокий показатель. В Центральном районе – 9,43; в Автозаводском – 7,22; в Комсомольском – 7,07; в Тимофеевке – 8,33 ИЗА. Считается, что показатели выше 5 ИЗА уже негативно влияют на организм человека. Самый высокий показатель был зарегистрирован по Тольятти в 1992 году, он составил 26 ИЗА, в 1997 году – 16 ИЗА и с каждым годом показатель снижается.

За последние десять лет промышленное загрязнение уменьшилось в 2 раза, при одновременном росте выбросов от автотранспорта, на долю которого приходится более 70 % всех вредных веществ, выбрасываемых в воздух. В личном пользовании тольяттинцев зарегистрировано порядка 240 тысяч автомобилей, то есть одна машина на три человека. Наряду с транспортом существует проблема качества бензина. Проведенные проверки показали, что практически во всем бензине, который реализуется на территории города, повышенное содержание серы. Автотранспорт выбрасывает в атмосферу 77,4 тыс. т загрязняющих веществ, из которых 44,9 тыс. т окиси углерода, 3,2 тыс. т окислов азота, 7 тыс. т углеводородов. При сохранении существующих тенденций в будущем количество автотранспорта будет увеличиваться [2].

Одной из наиболее острых проблем в городе является проблема утилизации, обезвреживания и захоронения отходов производства и потребления. Ежегодно в городе Тольятти образуется около 2 млн куб. м отходов, основную долю из которых составляют отходы потребления – 1,3 млн куб. м. На территории города расположено более 12 организованных свалок, отвалов, полигонов и хранилищ, где накоплено около 10 млн тонн только твердых

отходов. Площадь городских земель, используемая под размещение отходов, составляет более 250 га, и за последние 15 лет она увеличилась в 2,5 раза.

Сегодняшние меры по очистке воздуха, воды и рекультивации полигонов бытовых отходов не улучшают обстановку, а лишь в какой-то мере сдерживают ее ухудшение. В результате в Тольятти наблюдается тенденция к возрастанию заболеваемости по ряду заболеваний, в первую очередь онкологических. Так, заболеваемость онкологией у детей в Самарской области растет на 4,5-5 процентов в год. Вместе с тем проблема количественной оценки влияния этих загрязнений еще окончательно не решена. За исключением аварийных ситуаций, изменения в состоянии здоровья бывает достаточно трудно увязать с конкретным ксенобиотиком, попавшим в атмосферный воздух. Статистически достоверная зависимость от загрязнения атмосферного воздуха установлена для заболеваний бронхитом пневмонией, эмфиземой легких, а также для острых респираторных заболеваний. Имеются достоверные сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, респираторное заболевание у детей, проживающих в загрязненных районах, длится в 2–2,5 раза дольше, чем у детей, проживающих на относительно чистых территориях.

Уровень общей заболеваемости населения городского округа Тольятти превышает среднероссийский показатель. На начало 2009 года показатель общей заболеваемости в расчете на 1 000 населения по сравнению с 2004г. увеличился на 27,3 % (в 2004г. – 1 899 человек на 1 000 населения, 2008г. – 2418 на 1 000 человек) [1]. Болезни крови встречаются в 1,5–2 раза выше среднероссийских и среднеобластных значений. В период летних лесных пожаров 2010 года резко увеличилась смертность населения от сердечно-сосудистых заболеваний. Так в 2011 году смертность составило 155,49 случаев на 100 тыс. человек населения, что на 25,5 % меньше относительно высоких значений 2010 года. Медицинская статистика фиксирует устойчивую тенденцию к росту заболеваемости практически по всем видам болезней. Возросла опасность вспышек эпидемических болезней, распространения хронических заболеваний. Значителен рост заболеваемости социально обусловленными инфекциями, прежде всего туберкулезом. На учете в диспансере состоит почти 900 человек, из них более половины – с заразными формами. Отметим, в прошлом году от этого заболевания умерли 45 горожан. 70 % населения нашего города живет в состоянии затяжного психоэмоционального и социального стресса, который разрушает приспособительные и компенсаторные механизмы. Это ведет к увеличению психических заболеваний, росту реактивных психозов и неврозов, депрессий, алкоголизма и наркомании. За последние 6 лет в возросла заболеваемость новорожденных, в 3–4 раза – детская заболеваемость. Все чаще отмечаются задержки в психическом и физическом развитии детей. Уровень общей заболеваемости среди детей и подростков вырос за 10 лет в 4 раза.

Среди школьников хроническими заболеваниями страдают 40 %. Лишь 10 % всех школьников можно отнести к группе практически здоровых.

Таким образом, экологический фактор оказывает весьма значительное влияние практически на все сферы жизнедеятельности городского округа. В будущем значение данного фактора будет только усиливаться. От состояния экологии города в значительной степени зависят показатели здоровья и продолжительности жизни населения. При неблагоприятной экологической обстановке увеличивается заболеваемость населения, что, в свою очередь, ведет к снижению качества жизни людей.

Литература

1. Стратегический план развития городского округа Тольятти до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dumatlt.ru/rs/rs_v_2010.php, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения: 03.08.2011.

2. Экологическая обстановка города Тольятти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecologytogliatti.narod.ru/air.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ НАСЕЛЕНИЕМ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

А. П. Демин

Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)

Из-за выгодного экономико-географического положения, полноводности и большой протяженности Волга всегда была главной рекой России. В ее бассейн входят полностью или частично территории 38 субъектов Российской Федерации, в том числе 8 республик, 28 областей, Пермского края и г. Москвы.

Волжский бассейн – важнейший в экономическом отношении регион России. Расчеты, выполненные на основе обработки статистических материалов, показывают, что здесь производится почти половина валового регионального продукта и промышленной продукции России, более трети сельскохозяйственной продукции, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки. На его территории расположены > 30 % основных фондов отраслей экономики и сельскохозяйственных угодий. В 2010 г. здесь проживало 58,2 млн человек, из них > 46 млн в городах. Водохранилища каскада обеспечивают с высокой степенью надежности водоснабжение городов и промышленных узлов, а также широко используются для массового отдыха, оздоровления и спорта.

Высокая концентрация населения и производства в регионе, нерациональная специализация промышленности, антиэкологическая структура экономики на фоне деградации ресурсосберегающих и высокотехнологичных отраслей привели к чрезмерному загрязнению природной среды. Оче-

видна необходимость незамедлительного изменения экологической политики в бассейне, принятия кардинальных мер, способных повысить эффективность водопользования и улучшить экологическую ситуацию.

Жилищно-коммунальное хозяйство удовлетворяет потребность в воде городского населения, коммунальных, транспортных и прочих непромышленных предприятий. Его предприятия обеспечивают эксплуатацию водопроводных, канализационных и тепловых сетей, бытовое обслуживание внешнего благоустройства населенных пунктов и полив улиц. Проблема обеспечения населения бассейна Волги питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве с каждым годом обостряется. Роль подземных вод в централизованном водоснабжении городских жителей все более возрастает, так как качество воды большинства поверхностных источников водоснабжения не соответствует нормативным требованиям.

По данным Госкомстата России централизованные системы водоснабжения в 2010 г. имели все города волжского бассейна и почти все поселки городского типа (за исключением части поселков в республике Коми и Нижегородской области). Сельские населенные пункты значительно хуже обеспечены водопроводом, особенно в Ленинградской (6 %), Новгородской (7 %), Ярославской (9 %), Вологодской (10 %) областях. В то же время во многих регионах более половины сельских населенных пунктов имеют водопроводы, а в Липецкой области этот показатель доходит до 79 % (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели водопроводно-канализационного хозяйства регионов бассейна р. Волги в 2010 г.

Субъект Федерации	Число населенных пунктов, имеющих водопровод, в % от общего числа		Протяженность водопроводных сетей	Утечка и неучтенный расход воды	Число аварий на 100 км сетей		Число квартир, оборудованных приборами учета холодной воды, в % от их общего числа
	Поселок гор. типа	Сельский насел. пункт			на человека, м	на 1 км сети, тыс. куб. м	
Респ. Коми	86	26	2,9	11,3	17	2	26
Вологодская обл.	100	10	3,7	5,6	31	13	16
Ленинградская обл.	100	6	3,1	9,0	15	11	23
Новгородская обл.	100	7	4,2	8,2	53	3	12
Брянская обл.	100	45	6,3	1,5	36	13	4
Владимирская обл.	100	19	3,9	4,5	16	8	11

Ивановская обл.	100	15	3,2	7,2	78	27	8
Калужская обл.	100	16	4,2	7,4	86	15	11
Костромская обл.	100	21	4,5	6,4	67	26	8
г. Москва	0	0	1,0	12,6	40	1	29
Московская обл.	100	27	2,5	5,4	24	29	7
Орловская обл.	100	40	5,7	3,4	23	7	24
Рязанская обл.	100	28	4,9	3,7	7	...	7
Смоленская обл.	100	23	5,2	2,9	54	11	18
Тверская обл.	100	17	4,6	4,3	14	12	8
Тульская обл.	100	24	4,4	7,4	29	10	15
Ярославская обл.	100	9	3,0	7,9	4	1	13
Респ. Марий–Эл	100	29	3,6	5,1	69	41	8
Респ. Мордовия	100	34	3,7	2,6	8	2	21
Чувашская Респ.	0	56	2,9	3,6	4	...	31
Кировская обл.	100	34	5,3	5,0	62	56	21
Нижегородская обл.	97	34	3,8	5,6	32	4	8
Липецкая обл.	0	79	6,7	4,1	6	6	28
Тамбовская обл.	100	38	5,7	1,9	18	10	17
Респ. Калмыкия	0	16	5,0	2,2	181	629	14
Респ. Татарстан	100	69	4,2	5,5	12	6	43
Астраханская обл.	100	45	4,8	7,7	128	37	8
Волгоградская обл.	100	58	4,6	6,5	35	13	8
Пензенская обл.	100	60	6,0	3,1	9	3	22
Самарская обл.	100	56	3,4	8,2	9	4	17
Саратовская обл.	100	54	4,5	7,7	49	41	12
Ульяновская обл.	100	61	6,0	4,4	9	1	29
Респ. Башкортостан	100	44	3,5	3,6	2	...	31
Удмуртская Респ.	100	68	4,3	3,8	20	3	10
Оренбургская обл.	100	65	6,6	3,0	15	1	14
Пермский край	100	19	3,4	7,6	53	12	27
Свердловская обл.	100	14	2,9	9,9	37	20	13
Челябинская обл.	100	56	3,3	11,6	32	15	22

Наши расчеты, выполненные по данным, приведенным в [1–3], показывают, что протяженность водопроводных сетей в расчете на 1 человека в зависимости от плотности застройки городского и сельского жилого фонда колеблется от 1 (г. Москва) до 6,6–6,7 м (Оренбургская и Липецкая обла-

сти). Протяженность канализационных сетей в расчете на 1 человека колеблется по регионам от 0,6 (Калмыкия) до 2,3 м (Ленинградская область). В настоящее время состояние водопроводно-канализационного хозяйства оценивается как кризисное – износ основных средств колеблется от 50 до 70 %, при этом ежегодно степень износа увеличивается на 2–3 %. Объемы ввода в действие новых водопроводных сетей по сравнению с 1990 г. снизились в 5 раз. Обеспеченность централизованных систем водоснабжения сооружениями предварительной очистки и водоподготовки составляет лишь 60 % общего количества водозаборных сооружений.

Утечка и неучтенный расход воды при транспортировке воды к потребителям вследствие неисправности труб водопроводной сети, их соединений, запорной арматуры, гидрантов, а также аварий на сети колеблется по регионам бассейна от 1,5 до 12,6 тыс. м³ на 1 км сети. В 11 регионах бассейна уровень потерь воды в сетях водоснабжения превышает 25 % объема воды, поданной в сеть. При этом в Новгородской, Костромской, Кировской, Астраханской, Саратовской областях этот показатель превышает 30 %. В значительной степени это связано с количеством аварий, число которых на 100 км водопроводной сети в 2–3 раза превышает европейские показатели и в 2010 г. колебалось по регионам бассейна от 2 (Башкортостан) до 181 (Калмыкия).

Интегральный показатель водоснабжения городского населения – использование воды на хозяйственно-питьевые нужды. Его максимальное значение в бассейне Волги было отмечено в 1991 г. – 6,94 км³. В последующие годы оно хотя и не намного, но постоянно уменьшалось. В 2005 г. на хозяйственно-питьевые нужды было израсходовано 6,03 км³, в 2010 г. – 4,8 км³. Результаты расчетов показывают, что в целом по бассейну Волги удельное использование воды на хозяйственно-питьевые нужды городского населения росло быстрыми темпами в 1970-е и первой половине 1980-х гг. С 1970 по 1985 г. оно увеличилось с 251 до 392 л/сутки на человека.

Достигнув пика в 1992 г. (398 л/сутки на человека), в последующие годы этот показатель стал снижаться, особенно резко после 2005 г. В настоящее время во многих городах за счет привлечения средств бюджетов субъектов РФ, муниципальных образований, внебюджетных источников, займов и других инвестиций проводится комплекс водосберегающих мероприятий по рациональному расходованию воды в жилищном фонде. Он включает в себя реконструкцию и наладку систем водоснабжения жилых микрорайонов, устранение утечек в подводящих и внутридомовых сетях, установку регуляторов расхода воды, установку водосберегающей санитарно-технической арматуры и квартирных водосчетчиков, совершенствование системы учета воды. Эксперимент по внедрению полного комплекса водосберегающих мероприятий показал, что удельное водопотребление снизилось на 46 %, при частичном комплексе мероприятий (без установок квартирных водосчетчиков и регуляторов расхода воды) – на 39 % [4].

В Липецкой и Ульяновской областях, г. Москве, Чувашии, Башкортостане число квартир в многоквартирных домах, оборудованных приборами учета холодной воды, приближается к трети от их общего числа, а в Татарстане составляет уже 43 % (табл. 1).

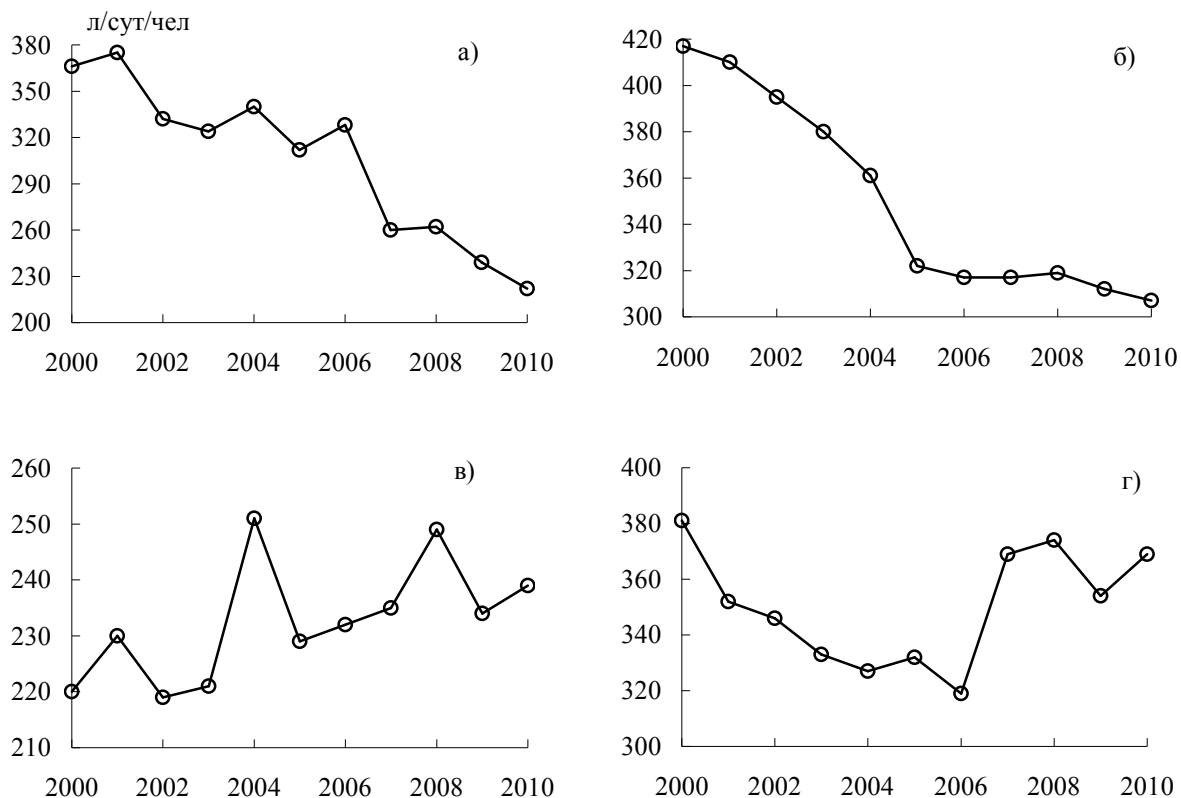


Рис. 1. Изменение удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды городского населения в регионах бассейна Волги, л/сутки/чел.:
 а) Астраханская область, б) Оренбургская область, в) Кировская область,
 г) Волгоградская область

Нами проведен анализ удельного использования по всем 38 регионам бассейна р. Волги. За 2000–2010 гг. удельное водопотребление в целом по волжскому бассейну снизилось на 103 л/сутки в расчете на городского жителя (27,5 %). В Астраханской и Пензенской областях оно снизилось на 39 %, г. Москве – на 45 %, Республике Коми – на 48 %. Вместе с тем в ряде регионов, где удельное водопотребление было ранее на довольно низком уровне вследствие невысокого уровня благоустройства жилого фонда и жители испытывали временами перебои с водой, в последнее десятилетие не отмечалось его ощутимого снижения, а кое–где наблюдался и рост (рис. 1). Это характерно для Тамбовской, Кировской, Тверской, Московской, Волгоградской, Ульяновской областей, Республики Мордовия, Республики Калмыкия.

Объем использования воды для сельскохозяйственного водоснабжения в волжском бассейне сократился с 2000 по 2009 г. с 422 до 112 млн м³.

Связано это прежде всего с резким падением поголовья скота в общественном секторе, а также частично с передачей сельских водопроводов с баланса сельскохозяйственных предприятий на баланс ЖКХ.

Для сельскохозяйственного водоснабжения используются преимущественно подземные воды. Население некоторых регионов, где отсутствуют подземные воды питьевого качества, снабжается привозной водой. Это характерно, в частности, для Калмыкии.

За 2000–2009 гг. наиболее существенно снизилось потребление воды из систем сельскохозяйственного водоснабжения в расчете на одного сельского жителя (в 10–20 раз) в Ивановской, Тульской, Тамбовской, Ульяновской областях, т. е. в регионах, где было развито животноводство. Отмечается резкая дифференциация удельного водопотребления по регионам бассейна Волги. Так, в 2009 г. на одного сельского жителя удельное водопотребление из систем централизованного водоснабжения колебалось от 10 (Тульская, Тамбовская, Оренбургская области, Пермский край) до 140–180 л/сутки (Волгоградская область, Республика Калмыкия).

В настоящее время одной из актуальных проблем водоснабжения является отладка экономического механизма платного водопользования. Опыт функционирования в рыночных условиях Водоканалов Москвы, Санкт-Петербурга, Владимира, Самары и других городов показывает, что не только создается и развивается устойчивая база для воспроизводства водопроводно-канализационного хозяйства, но и существенно сокращаются непроемкие потери воды, показатели удельного водопотребления все более приближаются к нормативным, повышается надежность водоснабжения.

Литература

1. Жилищное хозяйство и бытовое обслуживание населения в России. 2010 : стат. сб. / Росстат. – М., 2010. – 326 с.
2. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2010 году (Статистический сборник) / под ред. Н. Г. Рыбальского и А. Д. Думнова. – М. : НИИ-Природа, 2011. – 272 с.
3. Деятельность организаций коммунального комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>,_свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Храменков, С. В. Мероприятия по снижению водопотребления в Москве / С. В. Храменков // Водоснабжение и сан. техника. – 1997. – № 11. – С. 2–4.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. Б. Китаев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь (Россия)

Для характеристики особенностей гидрохимического режима Камского водохранилища в современных условиях проанализированы материалы гидрохимических съемок водоема, выполненные в 2003–2005 гг.

Общая минерализация. В период зимней сработки водохранилища во входном створе в водоем (п. Тюлькино) сумма ионов составляла 150–160 мг/л. В створе ниже выбросов промышленных стоков городов Соликамск и Березники она была заметно выше – до 480 мг/л. Вниз по течению величина минерализации постепенно снижалась, ее максимальное значение в районе п. Пожвы достигало 400 мг/л, в районе г. Добрянки – 360 мг/л, а в приплотинной части водоема – 320 мг/л. Во время весеннего наполнения водохранилища, в связи с поступлением в него маломинерализованных талых вод с водосбора, минерализация воды в водоеме заметно снизилась. В приведенных выше створах она была равна 150–130–90–170 мг/л. Это минимальные значения суммы ионов в годовом аспекте. В период летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме минерализация ниже Соликамско-Березниковского промузла находилась в пределах 160–560 мг/л. Как и в период зимней сработки водохранилища, вниз по течению отмечалась тенденция постепенного уменьшения суммы ионов. Так, в рассматриваемых створах максимальные величины минерализации достигали: 560–220–140–160 мг/л.

Превышений ПДК по общей минерализации ни в одной из частей водохранилища отмечено не было.

Гидрокарбонаты. Данный компонент химического состава вод водохранилища является естественным, в силу чего характеризуется заметной устойчивостью и постоянством. В период зимней сработки водоема его колебания по длине главного плеса водохранилища были минимальны. Максимальная концентрация гидрокарбонатов в рассматриваемых створах была равна: 120–110–110–95 мг/л. Примерно такая же картина отмечалась и в фазу весеннего наполнения водоема: 55–52–45–76 мг/л и в летне-осенний период: 69–69–54–62 мг/л. Гидрокарбонаты являются основным компонентом химического состава вод водохранилища в период его весеннего наполнения и в фазу летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме.

Сульфаты. Содержание данного компонента химического состава воды следует рассматривать как результат совместного воздействия на водоем как природных, так и техногенных факторов. Это подтверждается анализом материалов гидрохимических съемок. Так, в период зимней сработки водохранилища содержание сульфатов во входном створе в водоем

было 16 мг/л, ниже Соликамска и Березников – 37 мг/л и далее вниз по течению – 35–35–25 мг/л. Во время весеннего наполнения водохранилища содержание сульфатов было весьма мало по всему водоему: 8–7–11–22 мг/л. Концентрация сульфатов в летне-осенний период достигала: 11–15–17–31 мг/л. Повышенная величина сульфатов в приплотинной части водоема в последние две фазы водного режима водохранилища объясняется поступлением вод Сылвенско-Чусовского плеса, имеющего более высокую концентрацию данного компонента. Превышений ПДК по содержанию сульфатов отмечено не было.

Хлориды. Во входном створе в Камское водохранилище (Тюлькино) содержание хлоридов в воде весьма мало. Так, зимой оно колеблется от 12 до 32 мг/л, весной – 2–4 мг/л, в летне-осенний период – 6–14 мг/л. В районе расположения Соликамско-Березниковского промышленного комплекса концентрация хлоридов резко возрастает, что говорит о их происхождении. В период зимней сработки водохранилища отмечается максимальное в году содержание хлоридов во всех частях водоема. По длине водохранилища наблюдается тенденция снижения концентраций хлоридов от района промышленного загрязнения к плотине Камской ГЭС. Так, максимальные их величины составляли в исследуемых створах соответственно: 170–130–110–100 мг/л, такая же тенденция отмечается и в другие фазы водного режима водохранилища. Так, в период весеннего наполнения водоема максимальная величина хлоридов составила: 42–27–14–29 мг/л; в летне-осеннее время: 69–68–31–20 мг/л. Приведенные величины концентраций хлоридов свидетельствуют об отсутствии превышений норм ПДК.

Магний. Концентрация магния в воде водохранилища в его входном створе мала во все фазы гидрологического режима. В зимний период она составила 5–6 мг/л, весной – 1–3 мг/л, летом – 2–5 мг/л. В районе промышленного комплекса, как и для хлоридов, отмечается возрастание содержания магния. Наиболее отчетливо это проявляется во время зимней сработки водоема. Так, по длине водохранилища оно изменялось следующим образом: 14–13–15–10 мг/л. Во время весеннего наполнения водоема оно было: 4–3–3–6– мг/л; в летне-осенний период: 8–7–5–6– мг/л. Превышений ПДК в водоеме не отмечено.

Биогенные вещества. В период зимней сработки водохранилища содержание аммонийного азота во входном створе водоема было 0,32 мг/л, нитриты отсутствовали, а нитраты составляли 0,16 мг/л. В районе Соликамско-Березниковского промышленного комплекса произошло заметное увеличение содержания биогенных веществ. Максимальное содержание аммонийного азота в створе ниже г.Березники составило 1,5 мг/л, постепенно уменьшаясь вниз по течению: 1,0–0,6–0,6 мг/л. Такая же картина отмечена и по содержанию нитритов: 0,05–0,02–0,01–0,00 мг/л и нитратов: 0,97–0,60–0,43–0,56 мг/л. Превышение ПДК по всей длине водоема характерно для иона аммония. В период весеннего наполнения водохранилища

содержание аммонийного азота по длине водоема было: 0,55–0,44–0,32–0,30 мг/л, концентрация нитритного азота составила 0,01–0,01–0,00–0,00 мг/л; нитратного азота – 0,15–0,14–0,13–0,07 мг/л. В фазу летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме концентрация биогенных веществ была невелика. Так, максимальное содержание ионов аммония по длине водохранилища было 0,24–0,22–0,18–0,21 мг/л; нитритов – 0,04–0,03–0,01–0,00 мг/л; нитратов – 0,15–0,14–0,05–0,05 мг/л.

Превышение норм ПДК было отмечено в зимний период по содержанию аммонийного азота по всей длине водоема (3ПДК ниже г. Березники и 1,2–2,0 ПДК – в остальной части водохранилища).

Железо (общее). Содержание железа в воде р. Камы (от истока Камских водохранилищ), а также в водохранилищах, созданных на ней, достаточно велико во все фазы водного режима. Так, в районе п. Гайны оно колеблется в течение года от 1,2 до 1,6 мг/л, что соответствует 12–16 ПДК. Во входном створе Камского водохранилища (п. Тюлькино) его годовые изменения составляют 0,3–0,9 мг/л (т. е. 3–9 ПДК). Таким образом, в Камское водохранилище поступают воды, обогащенные большим количеством природного железа. В водах самого водохранилища его содержание остается достаточно высоким. Во время зимней сработки водоема его максимальные величины в рассматриваемых створах составляли: 0,73–0,60–0,56–0,60 мг/л. В период весеннего наполнения водохранилища концентрация железа несколько снизилась и составила соответственно: 0,53–0,37–0,40–0,38 мг/л. Во время летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме содержание общего железа было несколько выше, чем весной, и ниже, чем во время зимней сработки водоема (0,57–0,52–0,50–0,38 мг/л).

Таким образом, проходя через Камское водохранилище, воды чуть снижают концентрацию общего железа. Однако его содержание в течение всего года выше нормы (в 3–7 раз).

Медь. Содержание меди в период зимней сработки водохранилища было достаточно стабильно (по длине водоема) и велико. Его максимальная величина составила 2–3 мкг/л. Во время весеннего наполнения водоема концентрация меди не снизилась и составляла в рассматриваемых створах соответственно: 3–4–3–4 мкг/л. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что увеличение водности в период наполнения водохранилища не сказалось на изменении концентрации меди. В летне-осенний период содержание меди осталось весьма высоким и практически таким же, как и в другие фазы водного режима водоема (3–4 мкг/л). В течение всего рассматриваемого периода концентрация меди во всех частях водохранилища превышала нормы ПДК (в 2–4 раза).

Кислород. В период зимней сработки содержание растворенного кислорода вызывает опасение, поскольку по всей длине водоема ее минимальные величины не превышают 6,0 мг/л. Самая сложная ситуация складывается в районе расположения Соликамско-Березниковского промыш-

ленного комплекса. Ниже г. Березники минимальное содержание растворенного кислорода составляет 3,8 мг/л, при максимальной величине 5,1 мг/л. Вниз по течению количество кислорода несколько выше: 6,0–5,0–4,1 мг/л, хотя остается достаточно низким, особенно в приплотинной части водохранилища. Во время весеннего наполнения водоема содержание растворенного кислорода вполне достаточно. Его минимальные величины составляют по длине водохранилища соответственно: 9,4–8,9–9,6–8,7 мг/л. В летне-осенний период концентрация кислорода снижается, постепенно уменьшаясь по длине водохранилища. Его минимальные величины в рассматриваемых створах составили: 7,1–5,8–6,2–3,5 мг/л. В целом по водоему в фазу зимней сработки водохранилища, и отчасти в период летне-осенней стабилизации уровня воды, содержание растворенного кислорода довольно низкое и вызывает опасение с позиций экологического риска.

БПК₅. Биологическое потребление кислорода во все фазы водного режима и по всей длине водохранилища невелико. Так, его минимальные величины в период зимней сработки водоема составили: 1,8–1,6–1,8–1,2 мг/л, во время весеннего наполнения водоема они были соответственно: 1,8–1,4–2,4–1,4 мг/л; в летне-осенний период: 1,4–1,9–1,5–1,4 мг/л. В природных (поверхностных) водах биологическое поступление кислорода колеблется в достаточно широких пределах: от 0,5 до 4,0 мг/л. В условиях Камского водохранилища эти колебания составляют: от 1,2 до 3,4 мг/л. Считается, что предельно-допустимая концентрация БПК₅ в поверхностных водных объектах находится в районе 3,0 мг/л. Исходя из этого следует считать, что БПК во все фазы водного режима и по всей акватории водохранилища является достаточно низким.

ХПК. Химическое потребление кислорода имеет наибольшие величины во время зимней сработки водохранилища, при этом по длине водоема особых изменений не отмечается. Так, максимальные величины ХПК в данную фазу водного режима были: 45–45–46–47 мг/л. Во время весеннего наполнения водохранилища величины ХПК практически не изменились, как и в летне-осенний период. В целом для водохранилища отмечается превышение ПДК по ХПК в 2,5–3 раза. Кроме того, следует отметить, что высокое содержание ХПК и низкое БПК₅ свидетельствуют о том, что исследуемый водоем подвержен сильному техногенному воздействию.

Выводы:

- Величина общей минерализации и главных ионов во всех частях водохранилища и во все фазы его водного режима находится в норме.
- В период зимней сработки водохранилища отмечается превышение ПДК в верхней части водохранилища по иону аммония в 2–3 раза; по всей длине водоема превышение предельно-допустимых концентраций наблюдается по общему железу (в 5–7 раз), меди (в 2–3 раза), марганцу (в 8–10 раз), цинку (в 1,5–2 раза), свинцу (в 1,5–2 раза), растворенному кислороду (до 1,8 раза), ХПК (в 3 раза), БПК₅ (в 1,5–2 раза).

- В период весеннего заполнения водохранилища в районе Соликамско-Березниковского промузла отмечается превышение ПДК по NH_4 в 1,5 раза; по всему водоему – превышение ПДК по: $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 3–5 раз, Cu – 3–4 раза, Mn – 5–6 раз, БПК_5 – 1,2–1,5 раза, ХПК – 2–3 раза.

- В летне-осенний период по всему водохранилищу наблюдается превышение ПДК по: $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 4–6 раз, Cu – 3–4 раза, Mn – 8–10 раз, Zn – 1,5–2 раза, БПК_5 – 1,2–1,5 раза, ХПК – 3 раза; в приплотинной части водоема содержание растворенного кислорода составило 3,5 мг/л при норме в 6,0 мг/л.

Общий вывод – Камское водохранилище во все фазы водного режима по-прежнему подвержено сильнейшему техногенному воздействию и качество его вод далеко от требований как для человека, так и для различных отраслей хозяйства края.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИ РЕШЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Т. Н. Кобзева

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Современный подход в геоинформационном моделировании складывается из разных приемов анализа информационных носителей. Причем, в этом процессе участвуют носители разных типов – электронные и бумажные.

Довольно часто приходится каким-то образом систематизировать информацию, полученную таким путем. Создание стройной системы, созданной по типу классификации явлений или объектов, является довольно ответственным и сложным процессом. Поэтому основная масса классификаций относятся к разряду комплексных, где учитываются качественные и количественные характеристики объектов или явлений.

Анализируя современные подходы к созданию классификаций экологических явлений, участвующих в создании геоинформационных моделей, мы обратили внимание на понятие «кластер-анализ» (А. М. Берлянт, Ю. Г. Пузыченко, Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.).

Анализ экологической информации (структурно сложной, комплексной) показывает, что она представляет собой совокупность множеств со своими атрибутами. Любое множество (явление или объект) состоит из подмножеств (элементов), которые по объективным логическим отношениям и используются при кластер-анализе.

Элементы множеств (количественные и качественные характеристики) определяются и оцениваются в ходе наблюдений. Далее они объеди-

няются в группы, классы, типы и т. д. При этом, процесс кластер-анализа, сводится к образованию непересекающихся подмножеств.

Учеными (А. М. Берлянт, Ю. Г. Пузыченко и др.) разработаны методы кластер-анализа природных и социально-экономических явлений, которые вполне подходят и для экологических явлений. Среди них метод ближайшего соседа, метод наиболее удаленного соседа, метод средней связи (метод невзвешенного попарного среднего), метод взвешенного попарного среднего), невзвешенный центроидный метод, метод Варда.

Они же показывают специфические особенности каждого приема создания кластер-анализа. Сущность их заключается в следующем.

Алгоритм метода ближайшего соседа состоит в определении на основе матрицы дистанций между двумя близкими объектами одной группы.

Метод наиболее удаленного соседа, в своей сущности, состоит в определении наибольшего расстояния между любыми двумя объектами разных групп.

Алгоритм следующего метода – метод средней связи (метод невзвешенного попарного среднего), определяется по среднему значению дистанций между образующими его элементами.

Следующий метод аналогичен методу невзвешенного попарного среднего, за исключением того, что при вычислениях размер соответствующих классов используется в качестве весового коэффициента.

Суть невзвешенного центроидного метода заключается в определении расстояния между геометрическими центрами тяжести двух кластеров.

Алгоритм метода Варда состоит в использовании элементов дисперсного анализа в оценке расстояний между кластерами.

Общеизвестно, что любая стройная система, подобная классификации, состоит из множества таксонов, которые в своей целостности и создают эту систему.

Аналогично этому, на первом этапе кластер-анализ предполагает, что каждый кластер состоит из одного объекта. Первоначально в класс объединяются два ближайших элемента. Далее группируются объекты, которые минимизируют сумму квадратов дистанций для любых двух (гипотетических) кластеров, которые могут быть сформированы на каждом шаге.

На каждом этапе кластер-анализа элементы объединяются таким, чтобы приращение внутри кластерной дисперсии дистанции было бы минимальным, т.е. на каждом шаге отбираются наиболее «плотные» группы элементов.

Анализируя современные системы таксонов классификаций, нами было определено, что наиболее часто употребляемым, является метод ближайшего соседа. Он прост в понимании потребителем информации и при создании системы кластер-анализа. Полученный вывод в использовании методов кластер-анализа, мы получили в результате среза знаний, проведенного на практических занятиях по курсу «Геоинформационные тех-

нологии сбора информации (экологический анализ воды)», изучаемого на специальности «Вентиляция и водоотведение» Астраханского инженерно-строительного института. Анализ результатов среза знаний показал, что использование приемов получения информации для студентов представляет определенную трудность. Так всего 30 % студентов (2006–2007 учебный год) справились с созданием кластер-анализа явлений заключенных в информационной модели заключенной в электронном носителе. Причем 90 % этой группы использовали «метод ближайшего соседа» как наиболее удобный и простой. Были проанализированы причины игнорирования других методов кластер-анализа. Он показал, что основной причиной является сложность в понимании сути методов, что может быть объяснено уровнем подготовки студентов (состояние их направления мышления), новизной теоретической и практической терминологии курса «Геоинформационные технологии сбора информации».

Литература

1. Кластер-анализ явлений природного и социально-экономического происхождения в геоинформационных моделях // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря : материалы IX Международной научной конференции. – Астрахань, 2006.
2. Использование классификационных признаков территории при анализе экологических геоинформационных моделей // Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования : материалы Международной научно-практической конференции. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2007. – Ч. 1.
3. Использование комплексно-системного метода при формировании образа территории // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 9.
4. Многоуровневый подход к проблеме принятия оптимальных решений по обеспечению экологически устойчивого развития региона и его учет при геоинформационном моделировании // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий : материалы III Всероссийской научной конференции (с международным участием). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2009.

ПРОБЛЕМА ВСЕЛЕНЦЕВ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

М. В. Войнова

*Каспийский морской научно-исследовательский центр,
г. Астрахань (Россия)*

Основной причиной сокращения биологического разнообразия во всем мире, наблюдающегося в течение нескольких последних столетий, является смещение фаунистических и флористических комплексов в результате перемещения через биогеографические границы видов животных и растений, их составляющих. В настоящее время чужеродные виды, которые входят во все таксономические группы, угрожают биологическому

разнообразию в глобальном масштабе. Они внедряются, влияют на состояние местной биоты практически всех типов экосистем Земли, существенно преобразуют структуру биоценозов, и их появление имеет глобальные экологические, экономические, а иногда, и социальные последствия.

В 1979-1993 гг. в прибрежных водах различных районов Мирового океана отмечено не менее 66 видов новых вселенцев [10]. В ряде случаев последствия их появления иначе как катастрофическими не назовешь. Так, тропическая зеленая водоросль *Caulerpa taxifolia* вселилась в Средиземное море в 1980-е годы. Впервые отмеченная в 1954 г., она занимала 1 м² у Монако. В 1990 г. она уже занимала 3 га, в 1991 г. 30, в 1992 427, в 1993 г. 1300, в 1994 г. 1500 и в 1996 г. более 3000 га уже и у берегов Франции, Италии, Испании, Хорватии. При этом интенсивно вытесняется эндемичный вид морской травы *Posidonia oceanica*, с потерей важнейшего биотопа для беспозвоночных животных и личинок рыб [10]. Вся отрасль марикультуры Новой Зеландии, занимающаяся разведением моллюсков и ракообразных, в 1991 была закрыта для внутреннего и внешнего рынков ввиду “цветения” воды, вызванного массовым развитием интродуцированных токсичных видов водорослей. Экономические потери, связанные с расселением видов в мировом масштабе, составляют более 10 млрд долл. США в год [8].

Считается, что 42 % из 958 видов, включенных в США в число исчезающих или находящихся под угрозой исчезновения, попали в этот список благодаря тому или иному влиянию чужеродных видов. Для 18 % видов из этого списка именно чужеродные виды вызвали резкое сокращение численности. Из 40 североамериканских пресноводных видов рыб, которые вымерли в течение XX в., 68 % стали жертвами интродуцированных видов. В настоящее время чужеродные виды являются лимитирующим фактором восстановления 37 % видов рыб и 22 % видов моллюсков [7].

В Азово-Черноморском бассейне к катастрофическим последствиям привело массовое размножение и расселение в 80-е годы гребневика мнемнопсис (*Mnemiopsis Leidy*), завезенного с балластными водами в Азово-Черноморский бассейн с восточного побережья Северной Америки [10]. К концу 80-х годов общая биомасса этого животного приблизилась к 1 млрд т. (10–12 кг/м³), что в сотни раз превысило суммарную биомассу пелагических рыб до вселения гребневика. Он в огромных количествах поедает зоопланктон, лишая пищи многих промысловых рыб в период массового развития летом он выедает ежесуточно до 7 % всей биомассы и более половины суточной продукции зоопланктона. Кроме того, гребневик уничтожает икру и личинок рыб. Колоссальный рост численности гребневика привел к резкому снижению запасов хамсы, тюльки и других промысловых рыб. В 1989–1990 годы произошло катастрофическое снижение запасов самой массовой промысловой рыбы Черного моря хамсы. В эти годы уловы черноморских стран упали с 650 до 90 тыс. т.

В 1988 г. гребневик проник в Азовское море. Практически все группы азовской планктонной фауны стали пищевыми объектами гребневика. Видовая, возрастная и трофическая структуры сообщества зоопланктона резко изменились. Так же, как и в Черном море, гребневик использует основную часть продукции зоопланктона и является главным пищевым конкурентом массовых пелагических рыб хамсы и тюльки. Ежегодно весной и в начале лета гребневик за 1–2 месяца распространяется по Азовскому морю, образуя здесь колоссальную биомассу (до 15–30 млн т сырого веса). Общие потери уловов хамсы и тюльки от появления гребневика в Азовском море оцениваются в 100–110 тыс. т в год. Таким образом, добавление всего одного нового элемента привело к катастрофическим трансформациям морских экосистем всего Азово-Черноморского региона.

В Азовском море заметную роль в биоценозах стал играть еще один вселенец двустворчатый моллюск *Anadara* Sp. Двустворчатые моллюски главные компоненты бентосных сообществ Азовского моря. Они играют важнейшую роль в круговороте веществ и являются основными кормовыми объектами для осетра и других бентофагов. Моллюск *Anadara* внедрился в сообщества двустворок и за короткий срок (с 1989 по 1992 г.) его средняя биомасса возросла с 0,5 г/м² до 4,2 г/м², а местами достигла 32–198 г/м².

Из Азово-Черноморского бассейна чужеродные виды легко проникают в Каспий по Волго-Донскому каналу. Почти все вселенцы уже в первые годы жизни в Каспии давали колоссальные вспышки развития. Так, диатомовая водоросль *Rhizosolenia Calcaravis* через несколько лет после вселения составляла 3/4 от общей массы планктона, а баянус порядка 2000 тыс. т. За вспышкой следовал период уменьшения количества вселенцев и их стабилизация. Тем не менее, многие из вселенцев остались наиболее массовыми видами в Каспии. В фитопланктоне и сейчас господствует ризосоления, дающая 50 % биомассы. В зоопланктоне много личинок баянусов, митилястера, синдесмии, nereisa, медузы блакфордии. Общая биомасса вселенцев сейчас значительно больше, чем аборигенов.

В 1954 г. в Каспийское море случайно был завезен *Balanus improvisus*, который за короткое время получил массовое развитие на подводных камнях, стволах деревьев, сваях, различных гидротехнических сооружениях, на днищах судов, раковинах моллюсков, панцирях раков и крабов. В 1999 году *Mnemiopsis leidyi* через канал Волго-Дон заселил Каспийское море. В результате было уничтожено 75 % зоопланктона, что сильно повлияло на пищевые цепочки моря. Снижение биомассы ветвистоусых и веслоногих рачков, служащих пищей для *M.leidyi*, заметно изменить трофическую структуру зоопланктона Каспийского моря. Оно приводит к резкому повышению роли гребневика в планктоне и снижению продуктивности зоопланктона. В первые годы он может оказать сильное влияние на снижение численности и биомассы зоопланктона, затем произойдет спад.

Известно, что в родных водах гребневики к концу лета образует очень высокие концентрации в десятки и сотни экз/м³. При этом они почти нацело выедают рачковый и другой мезопланктон, в том числе и гребневики других видов, что делает их важным фактором, снижающим кормность водоема и численность популяций рыб. Таким образом, значительное развитие *M. leidy* в Каспийском море привело к снижению запасов килек и некоторых сельдей, которые питаются зоопланктоном, а следом белуги, для которой кильки и сельди в свою очередь являются основным кормом. Пострадал от недостатка корма и каспийский тюлень, в пище которого кильки и сельди играют важную роль

Кроме того, Каспий служил полигоном и для различных экспериментов над природой, состоящих в попытках исправить ее, увеличить продуктивность за счет акклиматизации новых видов как промысловых, так и кормовых. Всего было пересажено более 20 видов, в основном рыб, часть из которых не прижилась и исчезла, часть – встречается, а несколько видов стали промысловыми или играют важную роль в сообществе. Наиболее удачными, были пересадки двух видов беспозвоночных, *Nereis diversicolor* и *Abra ovata*, которые стали массовыми видами Каспия и занимают важное место в рационе осетров и севрюг. Еще около 20 видов попали в Каспий в результате хозяйственной деятельности человека, и их дальнейшая судьба была схожа с таковой видов-акклиматизантов [1].

Положительный эффект дало вселение кефалей в Каспийское море. Эти детритофаги здесь осваивали свободную пищевую нишу. Численность этих видов, по-видимому, соответствует кормовой базе. Получены уловы кефалей без видимого ущерба для других видов рыб.

По данным ФГУП «КаспНИРХ», в результате судоходства в XX веке в Каспийское море проникло около 60 чужеродных видов растительных и животных организмов, что привело к значительным изменениям экосистемы моря [1].

В Балтийское море с балластными водами судов проник представитель каспийского зоопланктона хищный ветвистоусый рачок церкопагис (*Cercopagis penzoi*). Начиная с 1992 г., он все чаще и в нарастающих количествах встречается в Финском заливе. Церкопагис создает очень сильную пищевую конкуренцию для планктоноядных рыб, в то время как сам он рыбой не поедается. Рост численности рачков на Балтике ведет к экосистемной катастрофе, сходной с распространением гребневика мнемнопсиса в Черном и Азовском морях. Сходная ситуация может возникнуть и в других морях России.

Попыткой компенсировать резкое снижение запасов аборигенных промысловых видов стала интродукция в 50–80-е годы промысловых видов из водоемов Дальнего Востока и Северной Америки [5]. Эти масштабные мероприятия часто не были должным образом обоснованы с биологической и экологической позиций. Их экосистемные и экономические по-

следствия неоднозначны – наряду с некоторыми положительными результатами имеются многочисленные отрицательные последствия.

С целью пополнения ресурсов Баренцева моря ценным промысловым объектом в 60-х гг. прошлого столетия было проведено трансокеаническое переселение камчатского краба из Тихого океана (первые попытки переселения были проведены в 30-е гг.). Первый случай поимки камчатского краба в Баренцевом море был зарегистрирован в 1974 г. В 90-х гг. стало ясно, что краб в новом районе прижился и образовал самостоятельную самовоспроизводящуюся популяцию. Он постепенно распространился до берегов Южной Норвегии. Его численность в Баренцевом море к 1997 г. достигла 500 тысяч особей, что позволило начать его экспериментальный промысел (до 40 тыс. экз. в год).

Сейчас популяция камчатского краба в Баренцевом море находится в очередной фазе акклиматизационного процесса – «взрыва численности». За этой фазой следует ожидать фазы обострения противоречий переселенца с биотической средой. Уже отмечаются некоторые признаки приближения этой фазы. Оптимизм периода роста численности популяции краба вполне может смениться разочарованием возможного подрыва кормовой базы самого камчатского краба, так и видов-конкурентов, роста его заболеваний. Растущая популяция камчатского краба стала успешно конкурировать с аборигенной фауной за одни и те же пищевые ресурсы. Кроме того, крабы поедают рыб и икру, что, вероятно, привело к снижению численности пинагора, ценного объекта промысла в Баренцевом море.

Не слишком успешно шел процесс акклиматизации дальневосточных горбуши и терпуга в Баренцевом и Белом морях. Работа по завозу икры горбуши была начата 40 лет назад, однако до сих пор уловы остаются достаточно низкими. Предполагается, что на реках Кольского полуострова вселенная горбуша вытесняет со своих нерестилищ атлантическую семгу.

Необходимо признать, что интродукции в целом имели негативные последствия для экосистем, выражавшиеся в смешении фаун, популяций и генофондов, потери естественной зоогеографической специфики, нарушения трофической структуры экосистем, вытеснения аборигенной ихтиофауны. Очевидно, что усилия по возрождению аборигенной ихтиофауны и восстановлению естественных экосистем должны иметь приоритет перед попытками «усовершенствования» природы за счет интродукции чуждых видов.

В значительной степени важнейшая экологическая проблема настоящего времени – вселение чужеродных, в том числе патогенных для человека, видов обусловлена бурным развитием судоходства и их переносом в судовых балластных водах. Так, по оценкам Международной Морской Организации (ИМО) ежегодный мировой оборот балластных вод составляет около 12 млрд тонн [4].

Число видов, ежедневно перемещаемых с водяным балластом, превышает 7000 [6]. Предположение о распространении морских микроводорослей с балластными водами судов было сделано еще в начале прошлого века. Но только с 1980-х гг., когда появились изолированные танки для балластных вод, этой проблеме стали уделять пристальное внимание. Многие виды способны не только выживать в балластных водах, но и успешно адаптироваться к новым условиям во всевозможных портах и прилегающих акваториях при сбросе балласта. Так к началу 1990-х гг. в прибрежные воды Австралии было непреднамеренно интродуцировано не менее 14 видов гидробионтов, включая токсичную динофлагелляту *Gymnodinium catenatum*. Исследования осадков в балластных танках 343 судов в 18 портах Австралии показали присутствие цист динофлагеллят в 50 % проб осадков, при этом численность цист токсичной *Alexandrium tamarense* достигала 300 млн в танке [6].

Во всем мире в последние годы наблюдается интенсификация исследований в области биологических инвазий. Разработка мер по их предотвращению, смягчению последствий и мониторингу являются обязанностью всех стран (к ним относятся и Россия), подписавших в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конвенцию о биологическом разнообразии.

Голопланктонные животные, а также меропланктонные личинки донных беспозвоночных имеют наибольшие шансы для расселения с балластными водами, так как перемещаются не отдельные особи, а целые сообщества, можно даже утверждать – экосистемы [1]. Каждое судно, перевозящее и сливающее балластные воды, можно рассматривать как источник потенциальной экологической опасности.

Показательным примером является проникновение и натурализация гребневика *Mnemiopsis leidyi* из вод Северо-Западной Атлантики в Черное море [1]. Соответствующие исследования балластных вод и получаемые результаты являются крайне важными для управления ими. К сожалению, только Австралия и Канада имеют соответствующие законодательные акты и осуществляют обязательный биологический контроль балластных вод. В России рассматриваемая проблема стала интенсивно разрабатываться сравнительно недавно.

Исследование Институтом биологии моря ДВО РАН обрастания 600 судов различного режима эксплуатации в различных регионах Мирового океана позволило выявить 17 видов вселенцев, интродуцированных в северо-западную часть Японского моря с помощью обрастания судов и их балластных вод. Показано, что проблема вселения экзотических видов судовым обрастанием не менее актуальна, чем занос этих видов с балластными водами.

На дипломатической конференции Международной морской организации в 2004 г. была принята Международная Конвенция по контролю и управлению судовым водным балластом. Особое значение приобретает

участие специалистов-экологов России в нормотворческом процессе на той его стадии, когда еще имеются реальные шансы воздействовать на этот процесс на региональном уровне. В настоящее время идет многолетняя реализация совместного проекта Глобального экологического фонда, программы по развитию ООН и Международной морской организации по контролю над судовыми балластными водами в развивающихся странах – программы ГлоБалласт [3]. Организовано 6 демонстрационных центров программы «ГлоБалласт» для решения проблемы предупреждения биологических инвазий с водным транспортом.

В России до настоящего времени такие центры отсутствуют. Однако, Россией в 2007 году была одобрена «Международная Конвенция по контролю и обработке судового водяного балласта и осадков» (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004) [7].

Рекомендуемый этой Конвенцией основной способ предотвращения биологического загрязнения, путем замены балласта на глубине, по меньшей мере, 200 метров и на удалении от берега не менее 200 морских миль не применим для судов смешанного «река-море» плавания, в силу их конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик. К тому же этот способ малоэффективен, потому что даже при трехкратной смене балласта в танках образуются застойные зоны и полной смены воды не происходит [3].

В связи с этим, в России и за рубежом активно ведутся исследования в направлении поиска новых способов обезвреживания балластных вод на судах.

В настоящее же время можно указать на ряд моментов, которые необходимо учитывать при оценке рисков новых вселений [10].

1. Чем больше потеря устойчивости сообществ, чем сильнее дестабилизированы потоки вещества и энергии в нем, тем больше риск новых инвазий. Оценивать это можно с помощью следующих критериев: а) внутригодовая изменчивость средней биомассы и численности; б) отношение первичной продукции к суммарному дыханию сообщества; в) доля видов-вселенцев в общей численности и биомассе сообщества.

2. Чем больше количество потенциальных видов-вселенцев, попадающих в водоем с балластными водами из других прибрежных районов Мирового океана, тем выше вероятность, что какой-то новый вид сможет создать устойчивую популяцию.

В результате этих исследований было установлено, что более уязвимыми к инвазиям являются нарушенные экосистемы. Чаще всего эти нарушения вызваны хозяйственной деятельностью человека, вследствие которой происходит разрушение или преобразование местообитаний, переэксплуатация отдельных видов биологических ресурсов, увеличение притока биогенных элементов.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что проблема биологических инвазий чужеродных видов как в Мировом океане в целом, так и в России в частности, является важнейшим аспектом обеспечения экологической безопасности.

Литература

1. Дгебуадзе, Ю. Ю. 10 лет исследований инвазий чужеродных видов в Голарктике / Ю. Ю. Дгебуадзе // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – № 1. – С. 1–6.
2. Дгебуадзе, Ю. Ю. Общая концепция создания проблемно-ориентированного интернет-портала по инвазиям чужеродных видов в Российской Федерации / Ю. Ю. Дгебуадзе, В. Г. Петросян, С. А. Бессонов, Н. Н. Дергунова, С. С. Ижевский, В. Ю. Масляков, О. В. Морозова, И. Г. Царевская // Российский журнал биологических инвазий. – 2008. – № 2. – С. 9–21.
3. Звягинцев, А. Ю. Оценка экологических рисков, возникающих в результате биоинвазий в морские прибрежные системы Приморского края (на примере морского обрастания и балластных вод) / А. Ю. Звягинцев, Ю. Г. Гук // Известия ТИНРО. – 2006. – Т. 145. – С. 3–38.
4. Звягинцев, А. Ю. Исследования балластных вод коммерческих судов в морских портах России / А. Ю. Звягинцев, Ж. П. Селифонова // Российский журнал биологических инвазий. – 2008. – № 2. – С. 22–33.
5. Ильин, И. Н. Известные и возможные инвазии морских моллюсков семейств Teredinidae и Pholadidae (Bivalvia) в водах России и сопредельных стран / И. Н. Ильин // Российский журнал биологических инвазий. – 2008. – № 2. – С. 44–54.
6. Морозова, Т. В. Фитопланктон балластных вод судов в порту Владивосток / Т. В. Морозова, М. С. Селина, И. В. Стоник, О. Г. Шевченко, А. Ю. Звягинцев // Российский журнал биологических инвазий. – 2010. – № 4. – С. 45–53.
7. Неронов, В. М. Чужеродные виды и сохранение биологического разнообразия / В. М. Неронов, А. А. Луцкекина // Успехи современной биологии. – 2001. – Т. 121, № 1. – С. 121–128.
8. Риммер, М. А. Обзор садковой аквакультуры: Средиземное море / М. А. Риммер и Б. Пониа // Садковая аквакультура. Региональные обзоры и всемирное обозрение. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. No. 498 / В. М. Halwart, D. Soto и J. R. Arthur (ред.). – Рим, 2010. – С. 227–248.
9. Сагайдак, А. И. Проблема водяного балласта и пути ее решения : доклад на I Научно-практическом семинаре по проблеме управления судовыми балластными водами (для специалистов учебных заведений), г. Одесса, 14 марта 2003 года / А. И. Сагайдак.
10. Шадрин, Н. В. Дальние вселенцы в Черном и Азовском морях: экологические взрывы, их причины, последствия, прогноз / Н. В. Шадрин // Экология моря. – 2000. – Вып. 51.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ АСТРАХАНСКОГО КРАЯ В IX–XIV вв.

С. А. Котеньков

*Каспийский филиал Института океанологии им П. П. Ширшова РАН,
г. Астрахань (Россия)*

И. С. Котеньков

*Астраханский филиал Российской академии
народного хозяйства и государственной службы,
г. Астрахань (Россия)*

Рыбная отрасль в Астраханском крае имеет древнюю традицию. В присваивающем хозяйстве населения Астраханского края в эпоху мезолита-неолита-энеолита, наряду с охотой и собирательством, важное значение имели рыбная ловля, с помощью гарпунов, и добыча моллюсков в пресных озерах [3, с. 90, 107]. Об этом свидетельствуют находки на энеолитических стоянках костей окуневых рыб и раковин пресноводных моллюсков [3, с. 145]. С эпохи бронзы вплоть до раннего средневековья основным хозяйственным укладом племен Нижнего Поволжья, являлось кочевое скотоводство, а занятия рыболовством можно назвать эпизодическими [3, с. 90, 107, 147].

В античных источниках практически не сохранилось свидетельств о развитии рыболовства на Волге. Исключение составляет, упоминание Геродотом реки, впадающей в Каспий сорока устьями, населенной людьми, которые «питаются сырой рыбой и пользуются шкурами тюленей как одеждой» [4, с. 114].

Только с VIII–IX вв. – времени переноса столицы Хазарского каганата с территории Кавказа в город Итиль на Волгу (вероятно на место Самосдельского городища) можно считать началом возникновения первых поселений на Нижнем Поволжье и становления рыбной отрасли в Астраханском крае. Этот же период можно считать началом функционирования Волго-Каспийского торгового пути, связывавшего Азию и Северо-Восточную Европу [5, с. 62].

Традиция рыбной ловли на реках Северного Кавказа – Сулаке, Терекке была перенесена хазарами на Волгу [8, с. 100, 185]. С этого периода рыболовство и связанные с ним ремесла становятся основными занятиями жителей поселений Волжской Хазарии. К числу этих населенных пунктов можно отнести: Самосдельское городище, на правом берегу Старой Волги, Чертово городище, у с. Троицкое, на правом берегу Бахтемир, поселение Тумак-Тюбе у с. Татаро-Башмаковка, на левом берегу реки Волга, городище Мошаик, у слияния двух рек Кривой и Прямой Болды на восточной окраине г. Астрахани, Красноярское городище, у слияния рек – Бузана и Ахтубы (рис. 1) [5, с. 62–80].

Средневековые авторы (IX–XI вв.) – Истахри, Ибн Хаукал, Мукаддаси, Йакут и Насир ад-Дин Туей называют рыбу основным питанием хазар [2, с. 371]. Абу Хамид ал-Гарнати (XII в.), посетивший город Саксин, (вероятно, построенный на месте Итиля), описывая рыбные богатства Волги, отмечал: «...таких видов рыб, подобных которым я вообще не видел на свете, одну рыбу может снести только сильный мужчина, и еще такой вид рыбы (вероятно, осетровых пород), что ее может снести только сильный верблюд...» [10, с. 28].

Хазары научились обращать «отходы» рыболовства (плавательные пузыри осетровых рыб, кожу, чешую, кости, обрезки плавников частичковых рыб) в «доходы», положив начало новому ремеслу – изготовлению рыбьего клея, который стал основой статьей их экспорта.

«...Хазарь – не производят ничего, – сообщает Истахри и Ибн Хаукал, – и не вывозят ничего, кроме рыбьего клея» [10, с. 371].

Путешественник ал-Гарнати упоминает изготовление балыков рыб осетровых пород, мясо которых «цвета красного, просвечивающегося янтаря вялят ломтями» [10, с. 28].

Развитие рыболовства, необходимость засолки рыбной продукции послужило толчком к развитию новой отрасли хозяйства – соледобыче [5, с. 65].

Ал-Гарнати отмечал, что соль у жителей Саксина была предметом торга: «наполняют ею суда и везут по этой реке в Булгар (современный Татарстан)» расстояние, до которого «по этой реке сорок дней» [10, с. 28].

После монгольского завоевания и вхождения Астраханского края в состав Золотой Орды (XIII–XIV вв.) золотоордынские ханы восстановили и продолжали использовать хазарские поселения, а пришлое население переняло занятие рыболовством, сопутствующие ему ремесла, добычу соли и ее экспорт [5, с. 68].

Золотоордынские ремесленники переняли производство рыбьего клея, и экспортирование продукции этого ремесла [13, с. 238].

Сохранились письменные свидетельства XV в. о добыче рыбы в Астраханском ханстве. Ловля осетров осуществлялась три месяца в году – с конца мая по конец августа. Рыбу солили на месте, грузили на суда и вывозили вверх по Волге. В русских документах упоминаются в основном осетры, белуги и «шевриги» (севрюги) [1, с. 219].

Сочинения этого времени повествуют о процессах обработки белуги и выделке икры: «пока она мягкая, ее режут и прессуют, а потом помещают в «жаровни» (т. е. коптят или сушат), отчего она становится твердой». Также икру солили в бочонках и поставляли в другие страны «особенно в Византию и к османам». Путешественники удивлялись, что «мясо осетров местные жители не употребляли в пищу, а ловили их исключительно ради икры». Кроме того, рыбу запасали, сушили на улицах и в домах, а по све-

дениям путешественников, «сушеная рыба употреблялась татарами вместо хлеба» [1, с. 219].

О том какую важную роль играло рыболовство в Золотой Орде, свидетельствуют монеты с изображением рыб, а на монете Хаджи-Тархана ученые определили породу рыбы – севрюги [1, с. 219; 11, с. 140, 145, 148; 12, с. 178, 213, 238].

О развитии рыболовного промысла на крупных и мелких реках говорят находки рыболовных крючков и гарпунов из кости и железа, лодочных скоб, грузил, а также костные остатки и чешую рыб (осетров, белуг, севрюг, стерлядей, щук, судаков, сомовых и карповых рыб), обанруженные археологами на золотоордынских памятниках (поселении Тумак-Тюбе у с. Татаро-Башмаковка, грунтовом могильнике «Маячный-II» у с. Красный Яр, городищах Селитренное и Шареный бугор) [9, с. 166, 167; 6, с. 155; 7, с. 297; 11, с. 178].

Судя по типам грузил и крючков, был известен лов волоковыми (как небольшими, так и крупными) и ставными (как типа неводов, так и многостенными) сетями, снастями-переметами и с помощью удилица (в том числе «на живца»); волоковой сетевой лов был гораздо более популярен, чем ставной. На некоторых памятниках доля костей рыб очень значительна, это говорит о том, что потребление рыбы заметно влияло на питание местного населения. [9, с. 167]. Исследователи считают, что в рационе питания жителей золотоордынских населенных пунктов (особенно дельтовых районов), рыба играла значительную роль [11, с. 213].

Известно, что нижневолжские золотоордынские города также стали поставщиками рыбы, в особенности осетровых пород, представлявших собой важную статью в отправках константинопольских купцов. Из Поволжья икру и рыбу этих пород вывозили в Причерноморье и далее вплоть до Средиземноморья и Италии. [9, с. 213]. Вяленая и соленая рыба (в том числе осетры и осетровые балыки), а также икра вывозились из Золотой Орды итальянскими купцами. Гильом Рубрук (XIII в.) сообщает о закупке купцами из Константинополя сушеных осетров, лещей «и других рыб в беспредельном количестве». Иосафат Барбаро (XV в.), рассказывая о Волге и Каспийском море, сообщает, что «в реке, как и в море, неисчислимое количество рыбы» [9, с.170].

Амброджо Контарини (XV в.) повествует о промысле рыбы (в том числе осетров, белуг) и тюленей на Волге и Каспии. Указанные авторы сообщают, что с заготовкой рыбы была тесно связана добыча соли, которую ханы экспортировали на Русь [9, с. 171].

Рыболовная терминология низовьев Волги, как и терминология, относящаяся к засолке рыбы почти вся тюркского происхождения. Это позволяет предположить, что средневековые способы засолки рыбы мало изменились [1, с. 218].

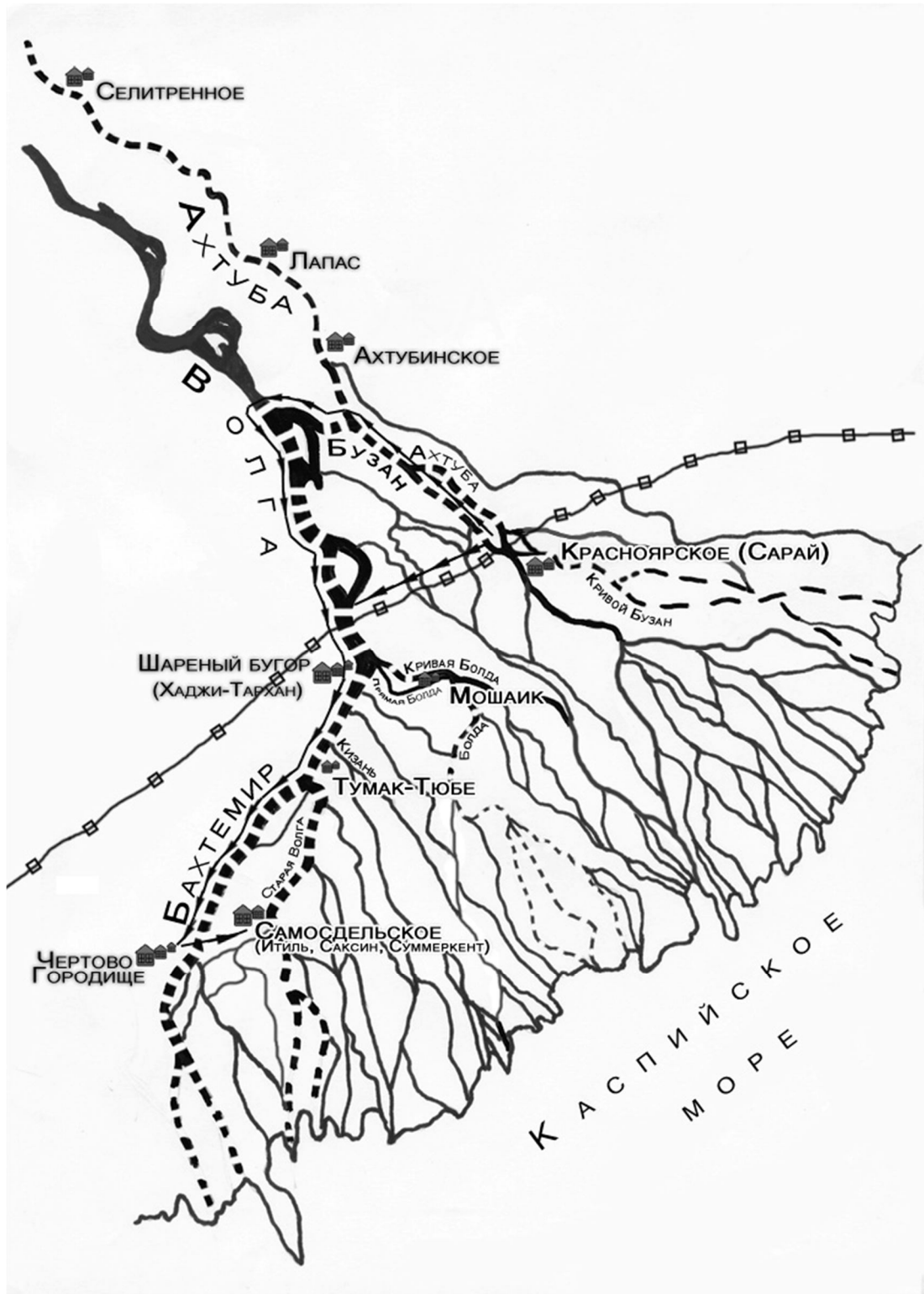





Рис. 1. Карта расположения средневековых поселений и городищ на территории Астраханской губернии в IX–XIV вв.

-  – места расположения средневековых городищ
-  – маршруты Волго-Каспийского пути
-  – трасса северного ответвления Великого шелкового пути

На месте рыбных угодий – учугов: Увары, Чурка, Камызяк, Бузан, Чаган, Иванчуг, Коклюй, принадлежавших ханской аристократии позднее возникли одноименные населенные пункты [1, с. 220].

В разные периоды истории Астраханский край входил в сферу влияния Хазарского каганата, Золотой Орды и наконец, Московского царства. Великая река – Волга, являлась источником питания для людей населявших ее берега. Рыбная отрасль стимулировала появление различных ремесел, развитие торгового обмена.

По сложившейся исторической традиции, рыболовство было и остается до настоящего времени одним из основных хозяйственных укладов жителей населенных пунктов Волжской дельты. Правительства Российской Федерации и Астраханского края должны совместными усилиями решать проблемы экологии, управления водными ресурсами, пресечения браконьерского лова на территории Волжского бассейна.

Литература

1. Зайцев, И. В. Астраханское ханство / И. В. Зайцев ; Ин-т востоковедения РАН. – М., 2006.
2. Заходер, Б. Н. Каспийский свод сведений о Восточной Европе / Б. Н. Заходер // Открытие Хазарии / сост. и общ. ред. А. И. Куркчи. – М., 1996.
3. Иванов, И. В. Человек, природа и почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в Голоцене / И. В. Иванов, И. Б. Васильев. – М. : Интеллект, 1995.
4. Историки античности. Т. 1. Древняя Греция / сост. М. Тимашевской. – М. : Правда, 1989.
5. Котеньков, С. А. К вопросу о возникновении золотоордынских городов в Астраханском крае на территории домонгольских поселений (продолжение темы) / С. А. Котеньков, И. С. Котеньков // Перекрестки истории. Актуальные проблемы исторической науки : материалы VIII Международной научной конференции 28 апреля 2012 г. – Астрахань, 2012.
6. Котеньков, С. А. Раскопки на поселении Тумак-Тюбе в Астраханской области / С. А. Котеньков, О. Ю. Котенькова // Проблемы археологии Нижнего Поволжья : II Международная Нижневолжская археологическая конференция, г. Волгоград, 12–15 ноября 2007 г. Тез. докл. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2007.
7. Котеньков, С. А. Элементы язычества в погребальных обрядах грунтовых могильников «Маячный-I-II» – золотоордынских некрополей Красноярского городища в Астраханской области / С. А. Котеньков, О. Ю. Котенькова // Археология Нижнего Поволжья: Проблемы, поиски, открытия : материалы III Международной археологической конференции. Астрахань, 18–21 октября 2010 г. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2010.
8. Магомедов, М. Г. Образование Хазарского каганата (по материалам археологических исследований и письменным данным) / М. Г. Магомедов. – М : Наука, 1983.
9. Недашковский, Л. Н. Золотоордынские города Нижнего Поволжья и их округа / Л. Н. Недашковский. – М. : Восточная литература, 2010.
10. Путешествие Абу Хамида ал-Гарнати в Восточную и Центральную Европу (1131–1153) / публ. О. Г. Большакова, А. Л. Монгайта. – М., 1971.
11. Сингатуллина, А. З. Джучидские монеты поволжских городов XIII века / А. З. Сингатуллина. – Казань : Заман, 2003.

12. Федоров-Давыдов, Г. А. Денежное дело Золотой Орды / Г. А. Федоров-Давыдов. – М. : ПАЛЕОГРАФ, 2003.

13. Федоров-Давыдов, Г. А. Золотоордынские города Поволжья: Керамика / Г. А. Федоров-Давыдов. – М., 2001.

ТАМАРИХ – РАСТЕНИЕ-БИОИНДИКАТОР ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ

И. А. Афанасьев

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Масштабы и темпы разрушения почвы на территории России в последние 30-40 лет резко выросли. В последнее десятилетие увеличилась динамика феномена опустыненности, что является следствием разрушения экосистем, понимаемого в соответствии с Конвенцией ООН как деградация земель вследствие эрозии, дефляции, засухи и т. п. процессов, характерных для засушливых территорий. В результате возникают болота и солончаки в низовьях Волги. Из-за распашки пастбищ появилась первая в Европе пустыня в Северо-Западном Прикаспии. Процессы разрушения усилились и в результате повышения техногенной нагрузки. С помощью растений намного дешевле и проще следить за состоянием окружающей среды, поэтому потребность в составлении списка растений индикаторов появилась давно.



Рис. 1. Представитель семейства Тамарисеае в полях Астраханской области

В настоящее время биологическая индикация развивается в рамках научной дисциплины геоэкологии [1]. Геоэкология или ландшафтная экология возникла в недрах географических и биологических дисциплин как результат их ограниченности, а также как требование времени.

Необходимо отметить тот факт, что не каждое растение может быть индикатором. Численные соотношения различных видов и популяций часто служат лучшим индикатором по сравнению с численностью одного вида, так как целое, лучше, чем часть, отражает общую сумму условий. Это особенно явственно проявляется при поисках биологических индикаторов разных типов загрязнения. По отношению к содержанию влаги в почве Tamarix можно отнести к гигрофитам, поскольку по нашим наблюдениям в Астрахан-

ской области, 1,5–2 месяца он произрастает в полях (рис. 1). Приравнивать *Tamarix* к индикаторам влажности почвы нельзя, так как он чаще произрастает в сухой почве с недостаточным увлажнением.

Теперь проанализируем, соответствует ли *Tamarix* общераспространенному в литературе мнению о нем, как об индикаторе засоленных почв. В целом, приравнивая растение к индикатору засоления почв, принято брать определение средней амплитуды засоления корнеобитаемого слоя почвы для основных растений отдельного географического района. Постоянными индикаторами засоленных почв являются облигатные галофиты, имеющие оптимум развития при засолении почв свыше 0,6–1,0 %. Наши исследования почвы в районах произрастания *Tamarix* в Астраханской области [2], позволили сделать выводы, о том, что *Tamarix* многоветвистый не выносит значительного почвенно-грунтового засоления, этот вид экологически приурочен к слабозасоленным почвам. Л. Г. Раменский [3]. *Tamarix ramosissima* относит к индикаторам хлоридного и сульфатно-хлоридного засоления почв. Это было бы правильней, так как данный вид может произрастать как на засоленной почве, так и слабозасоленной. Сульфаты и хлориды в составе почвы присутствуют в повышенных количествах при всех типах солёности. Так же следует заметить, что *Tamarix* произрастает в тех почвах, в которых многие растения не приживаются [4]. В силу того, что *Tamarix* произрастающий в Астраханской области распространен на объектах индикации в том же количестве, что и на всех остальных объектах, и имеет высокую сопряженность и высокую встречаемость на объекте, его можно отнести к относительным, абсолютным индикаторам по степени достоверности согласно его распространенности.

Как правило, на засоленных почвах не произрастают садово-парковые растения, а окультуривание (придание эстетического вида) этих территорий необходимо. В условиях Астраханской области это осложняется еще и климатом. Почва не везде плодородна и количество содержания солей в ней неоднородно. Все виды *Tamarix* вполне подходят для климата и почвы Астраханской области. Они засухоустойчивы, к почвенным условиям неприхотливы, мирятся с неплодородной почвой [5]. Благодаря высокой транспирирующей способности это растение можно использовать в качестве биологического дренажа. *Tamarix* имеет широкую экологическую амплитуду произрастания, устойчивость к вредителям и болезням, высокую газоустойчивость и пылезащитную способность, быстроту роста и простоту вегетативного размножения. Именно по этим причинам *Tamarix* применяется в пылезащитном лесоразведении, его рекомендуют для дорожных полос [6]. *Tamarix* в Астраханской области произрастает по всей ее территории. В таблице 1 видно, что его запасы постоянно возобновляются.

Таблица 1

Сравнительная оценка распределения площади лесов
по преобладающим породам в Астраханской области
(информация из материалов государственного лесного реестра
Астраханской области по состоянию на 01.01.2012 г.)

<i>Преобладающие древесные и кустарни- ковые породы</i>	<i>Земли, покрытые лесной растительностью (тыс. га)</i>	<i>Общий запас насаждений (млн куб. м.)</i>
Всего лесов (основные лесообразующие породы)		
Дуб высокоствольный	0,4	0,04
Дуб низкоствольный	1,6	0,12
Ясень	8,8	0,69
Клен	0,3	0,01
Акация белая	0,1	0,00
Тополь	26,6	2,79
Лох	2,1	0,03
<i>Гребеницик (Tamarix)</i>	3,7	0,02
Джузгун (Кандым)	3,0	0,02
Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов – всего (основные лесообразующие породы)		
Дуб высокоствольный	0,1	0,01
Дуб низкоствольный	0,3	0,02
Ясень	3,3	0,29
Клен	0,1	0,00
Акация белая	---	---
Тополь	3,6	0,41
Лох	1,5	0,03
<i>Гребеницик (Tamarix)</i>	0,8	0,01
Джузгун (Кандым)	0,2	0,00
Лесопарковые зоны (основные лесообразующие породы)		
Дуб высокоствольный	0,1	0,01
Дуб низкоствольный	0,3	0,02
Ясень	3,3	0,29
Клен	0,1	0,00
Акация белая	---	---
Тополь	3,6	0,41
Лох	1,4	0,03
<i>Гребеницик (Tamarix)</i>	0,8	0,01
Джузгун (Кандым)	0,2	0,00
Ценные леса – всего (основные лесообразующие породы)		
Дуб высокоствольный	0,3	0,03
Дуб низкоствольный	1,3	0,10
Ясень	5,5	0,40
Клен	0,2	0,01
Акация белая	0,1	0,00
Тополь	23,0	2,38
Лох	0,6	0,00
<i>Гребеницик (Tamarix)</i>	2,7	0,01
Джузгун (Кандым)	2,8	0,02

В наших исследованиях мы придерживаемся следующего мнения: в Астраханской области к индикаторам сульфатно-хлоридного состава, засоленной и слабой засоленности почвы можно отнести растения рода *Tamaricaceae*, как относительные, абсолютные индикаторы по степени достоверности, согласно его распространенности.

Литература

1. Виноградов, Б. В. Дистанционные индикаторы опустынивания и деградации почв / Б. В. Виноградов // Почвоведение. – 1993. – № 2. – С. 98–103.
2. Афанасьев, И. А. Изучение характера солевыведения растением *Tamarix*, произрастающим в условиях Астраханской области / И. А. Афанасьев // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 4. – С. 5.
3. Раменский, Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л. Г. Раменский. – Л. : Наука, 1971. – 334 с.
4. Туровцев, В. Д. Биоиндикация : учеб. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов. – Тверь : Твер. гос. ун-т, 2004. – 260 с.
5. Тимонин, А. К. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений / А. К. Тимонин, А. А. Нотов. – Тверь : Изд-во Твер. гос. ун-та, 1993. – Ч. 1.
6. Мочалов, О. К. Гребенщики на Мангышлаке / О. К. Мочалов. – Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1990.

ОЦЕНКА УРОВНЯ СУЛЬФАТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ЛАНДШАФТОВ РАЙОНА ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Е. Г. Булаткина

*Инженерно-технический центр ООО «Газпром добыча Астрахань»,
г. Астрахань (Россия)*

В. А. Андрианов

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

К основным серосодержащим соединениям, выбрасываемым в больших количествах дымовыми трубами Астраханского газового комплекса (АГК), относится (ввиду специфики производства) диоксид серы, который в дальнейшем под действием влажных аэрозолей окисляется до SO_4^{-2} и вовлекается воздушными потоками в перенос на значительные расстояния. Поэтому данный поллютант является приоритетным показателем загрязнения снежного покрова.

Кроме техногенного поступления сульфатов от объектов АГК они могут вноситься в больших количествах в окружающую среду в результате массопереноса от других источников, расположенных как в непосредственной близости от исследуемого района, так и удаленных на значитель-

ные расстояния. Поступление также возможно при химическом выветривании и растворении серосодержащих минералов.

В основном соединения серы поступают с пылью и атмосферными осадками, причем, с пылью в десятки раз больше, чем с осадками [1].

В северных районах страны существует наблюдательная сеть фоновое мониторинга сульфатного загрязнения снежного покрова. Такой контроль в аридных зонах не применяется ввиду большой неустойчивости снежного покрова. Химический состав снега, по сути, индикатор загрязнения атмосферы и косвенно, но эффективно, выявляет антропогенную нагрузку и в экологическом плане играет роль планшета-накопителя загрязняющих веществ (ЗВ) [2].

Учитывая ценность такой информации, ее оперативность и наглядность, и то, что интенсивность поступления некоторых ЗВ через атмосферу может в десятки и сотни раз превышать сброс подобных соединений с очищенными сточными водами, становится актуальным изучение их сухого и влажного осаждения на подстилающую поверхность [3, 4]. Газовый комплекс не имеет сбросов в водные объекты, но является источником выбросов большого числа компонентов, в том числе и кислотных (диоксида серы и оксидов азота).

Для определения критериев оценки последствий выбросов во времени и пространстве, как показателей воздействия на окружающую среду, необходимо изучение химии атмосферных осадков [5]. Службами по охране окружающей среды ведутся регулярные наблюдения за состоянием снежного покрова района АГК с охватом техногенной и урбанизированной (г. Астрахань) территорий, с выявлением зон влияния и загрязнения, эпицентров и определением фоновых значений.

В таблице 1 показаны величины интенсивности выпадений ЗВ. Представленная информация свидетельствует о том, что антропогенный пресс на территории г. Астрахани значительно выше, чем на АГК. Так, по величинам интенсивности выпадения ЗВ за одни сутки, зафиксировано превышение негативных нагрузок урбанизированной территории (по $\text{SO}_4^{-2} = 14,4 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$) над техногенной ($1,98 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут}$).

Этот факт объясняется, прежде всего, тем, что основные организованные выбросы АГК производятся через высотные дымовые трубы ($h = 210 \text{ м}$) и вовлекаются в дальний массоперенос с мелкодисперсным (аэрозольным) рассеиванием на огромных площадях, в отличие от городской территории с большой массой неорганизованных и низко расположенных источников выбросов в атмосферу.

Практически по всем приведенным показателям загрязнение снежного покрова территории астраханского областного центра превосходит аналогичный вид антропогенного воздействия на территории АГК.

Таблица 1

Интенсивность выпадений загрязняющих веществ
на техногенной и урбанизированной территориях (1996 и 2012 гг.)

Территория	Интенсивность выпадений	И н г р е д и е н т								
		<i>Cd</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Mn</i>	Σ_{TM}
1996 г.										
Техногенная	г/км ² ·сут	0,29	1,22	3,40	56,7	18,1	2,40	1,70	11,9	95,7
Урбанизованная	г/км ² ·сут	0,53	2,33	5,20	93,3	27,2	2,60	2,80	32,2	166,2
2012 г.										
Техногенная	г/ км ² ·сут	0,05	3,76	5,73	3,80	66,8	0,93	3,10	7,20	91,3
Урбанизованная	г/ км ² ·сут	0,08	9,96	5,97	3,27	68,9	1,60	7,23	7,47	104,5
-	-	Na		K		SO₄²⁻		Взв. в-ва		
1996 г.										
Техногенная	кг/ км ² ·сут	2,90		0,26		1,98		51,3		
Урбанизованная	кг/ км ² ·сут	3,30		0,28		14,4		90,0		
2012 г.										
Техногенная	кг/ км ² ·сут	1,23		0,13		0,60		2,8		
Урбанизованная	кг/ км ² ·сут	0,43		0,10		0,53		2,3		
<i>Примечание: Σ_M – сумма ТМ</i>										

По интенсивности сульфатного загрязнения снежного покрова район АГК, согласно данным Госкомгидромета СССР [2], относится к районам России с минимальной интенсивностью выпадения сульфат-иона (минимальные – от 0 до 4,0 кг/км²·сут; средние 4,0 – 8,0; максимальные – 9,0–16,0 и экстремальные – свыше 20 кг/км²·сут). В 1996 г. было зафиксировано максимальное загрязнение сульфатами на урбанизированной территории по интенсивности выпадения сульфат-иона = 14,4 кг/км²·сут. В 2012 г. на техногенной и урбанизированной территориях интенсивность сульфатного загрязнения снизилась до 0,60 – 0,53 кг/ км²·сут, соответственно. Однако в данном случае такое сравнение является недостаточно корректным, так как данные 2012 г. характеризуют послойное содержание сульфат-иона в снежном покрове. Огромный объем снегомерной съемки не позволил проведение такой работы по старой схеме отбора проб снега.

Пределы изменения концентраций основного загрязняющего вещества в пробах талой снеговой воды, отобранных в исследуемом районе за периоды 1989–2006 гг. и 2010–2012 гг., представлены в таблице 2.

Таблица 2

Пределы изменения концентраций сульфат-иона в пробах талой снеговой воды в районе АГК (периоды: 1989–2006 и 2010–2012 гг.), мг/дм³

<i>Период 1</i>							<i>Период 2</i>	
1989*	1990*	1994	1995	1997	1998	2006	2010	2012
4,0– 13,0	10,0– 32,0	9,6– 26,8	9,6– 57,6	9,6– 72,0	9,6– 57,6	3,6–34,7	0,32– 7,5	0,49– 3,4

Примечание

* – данные Гидрохимического института Госкомгидромета СССР [2];

Пределы 1 и 2 характеризуют различные по характеру снегомерные работы (в 1 периоде отбор снежных образцов осуществлялся в 36 точках, во 2 периоде акцент был сделан на послойное изучение степени загрязнения сульфатами снежного покрова – 3 слоя в 5 точках, кроме этого были отобраны пробы почв в этих же точках, как до возникновения снежного покрова, так и после его схода)

По содержанию сульфат-иона анализируемая среда характеризовалась нестабильным уровнем (за период 1989–1998 гг.) и незначительным ростом концентраций: в 1989 г. колебания величин SO_4^{-2} находились в пределах 4,0–13,0, а к 1997 г. возросли до 9,60–72,0 мг/дм³. Начиная с 1998 г. произошло снижение концентраций до 9,6–57,6, а в 2006 г. это же сульфатное загрязнение понизилось до величин 3,60–34,7 мг/дм³. Период 2010–2012 гг. характеризует степень загрязнения сульфатами снежного покрова по его генетическим слоям [6]. Ставилась задача – проследить процесс формирования химического состава снежного покрова от начала его образования до даты отбора проб при проведении снегомерных работ на натуре.

Последняя снегомерная работа была проведена 18 февраля в 2012 г. Снежный покров образовался в ночь с 19 на 20 января при господствующих С и СЗ направлениях ветра, причем снег лег на предварительно промерзший грунт, что исключило загрязнение его нижнего слоя от контакта с почвой. Практически весь период залегания снежного покрова (30 календарных дней) сопровождался аномальными морозами. Во время отбора снежных образцов была низкая облачность при слабом ветре В-ЮВ направлений, температура воздуха изменялась от трех до пяти градусов мороза. Высота снега варьировала от 18,0 до 25,0 см.

Проанализировано 15 проб талой снеговой воды и 10 почвенных образцов.

На рис. 1 показана картосхема распределения сульфат-иона по слоям в снежном покрове на территории, охватывающей АГК, г. Астрахань, Нариманов и Камызяк в зимний сезон 2012 года.

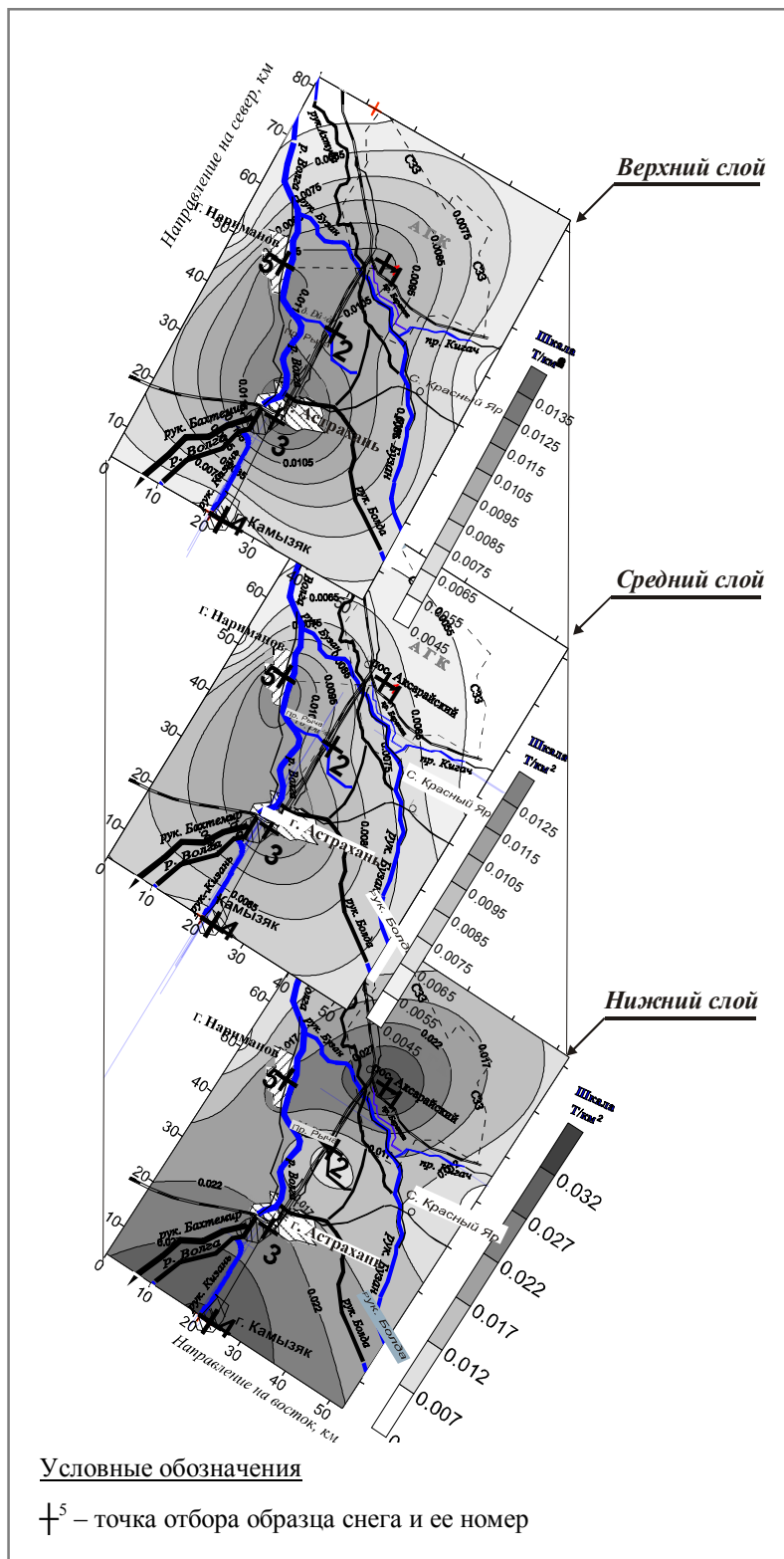


Рис. 1. Картограммы послойного распределения запаса сульфат-иона в снежном покрове исследуемого ландшафта, т/км² (февраль 2012 г.)

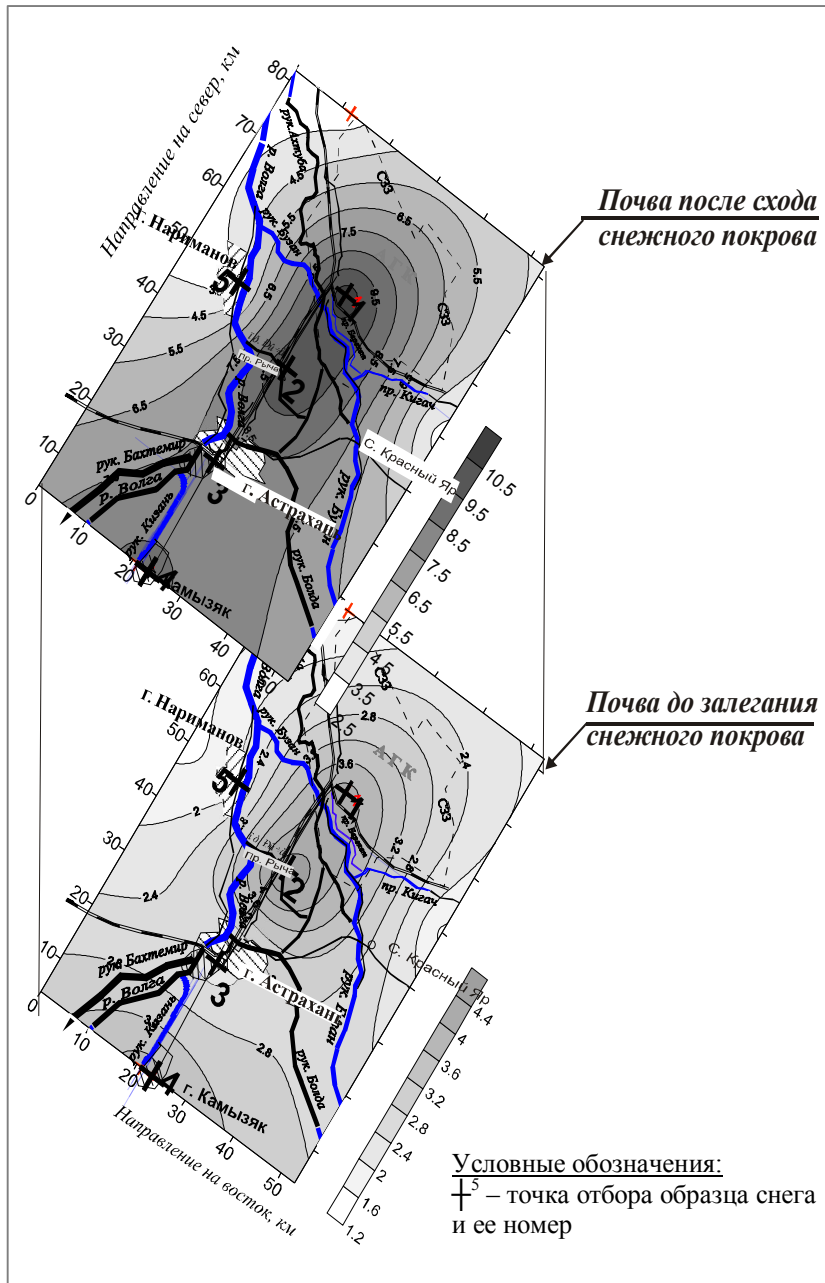


Рис. 2. Картограммы распределения концентраций сульфат-иона в почвенном покрове исследуемого ландшафта, мг/кг (январь и март 2012 г.)

По запасу сульфат-иона были построены картосхемы распределения этого запаса по слоям снежного покрова. Принцип построения карт основывался на построении изолиний на схеме отбора проб снега в масштабе 1:600 000 с использованием компьютерной программы Surfer, Version 5.01 с оконтуриванием зон влияния, загрязнения и эпицентров максимального загрязнения.

Представленная картосхема распределения на территории исследуемого ландшафта запаса сульфат-иона в снежном покрове свидетельствует о том, что наибольшее загрязнение зафиксировано в нижнем слое снежного покрова с эпицентрами, находящимися в г. Астрахань, и менее значимое в районе АГК. Нижний слой снега характеризует в основном внутриоблачное вымывание ЗВ. Средний и верхний слои свидетельствуют о незначительном накоплении данного поллютанта за весь период залегания снежного покрова. Средний слой был открыт для приема ЗВ в течение 15 дней, верхний слой накапливал сульфаты в таком же интервале времени. Но интенсивность поступления сульфатов была незначительной и с максимальными величинами, зафиксированными на территории областного центра.

На рис. 2 представлены картосхемы загрязнения почвенного покрова сульфатами.

Интересное наблюдение за состоянием почвенного покрова по степени его загрязнения сульфатами указывает на то, что эта степень возросла после схода снежного покрова.

Наибольшие концентрации зафиксированы в районе пр. Рыча. Причина видится в том, что в равнинной степной зоне снежный покров тает постепенно с некоторой концентрацией содержащихся ЗВ при происходящем процессе испарения талой воды.

Литература

1. Андрианов, В. А. Последствия поступления элементарной серы в компоненты водной экосистемы дельты Волги / В. А. Андрианов, Г. И. Сокирко // Экологические системы и приборы. – М., 2004. – № 1. – С. 42–46.

2. Беликова, Т. Мониторинг фоновое загрязнение снежного покрова на территории СССР / Т. Беликова, В. Василенко, Н. Назарова, А. Пегоева, Ш. Фридман ; Институт прикладной геофизики им. академика Е. К. Федорова Госкомгидромета СССР. – М., 1986. – С. 56–67.

3. Иваник, В. М. Анализ пространственно-временного изменения химического состава снежного покрова в районе Астраханского газоконденсатного комплекса / В. М. Иваник, Г. И. Сокирко, Е. К. Федорова // Гидрохимические материалы. – 1992. – Т. СХІІ. – С. 21–39.

4. Матвеев, А. А. Атмосферные выбросы байкальского целлюлозно-бумажного комбината – источник загрязнения оз. Байкал / А. А. Матвеев, В. И. Валикова, Л. М. Пономаренко // Гидрохимические материалы. – 1984. – Т. 10. – С. 108–118.

5. Ровинский, Ф. Я. Перевод книги «Кислотные выпадения. Долговременные тенденции» / Ф. Я. Ровинский, В. Н. Егорова, Л. В. Сальникова. – Л. : Гидрометеоздат, 1990. – 439 с.

6. Андрианов, В. А. Оценка качественного состояния ландшафтов Северного Прикаспия с использованием спектральных методов анализа / В. А. Андрианов, Е. Г. Булаткина, Г. И. Сокирко, В. А. Плакитин // Астраханская цифровая типография (ИП Сорочкин Р. В.), 2012.

ЗАПАДНЫЕ ПОДСТЕПНЫЕ ИЛЬМЕНИ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А. Ф. Сокольский, О. В. Тюменцева
Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)

Западные подстепные ильмени являются самостоятельной частью дельты Волги. Их площадь составляет 5907 кв. км (табл. 1).

Таблица 1

Районы и площади надводной дельты Волги
(по Сокольскому, 2009)

<i>Районы</i>	<i>Площадь, км²</i>
Центральный район	10393
Восточные подстепные ильмени	2644
Западные подстепные ильмени	5907

Е. Ф. Белевич (1963) выделяет этот район как самостоятельную часть дельтовой области реки Волги. Рассматриваемый район отличается своеобразными природными условиями – климатом, водным режимом, почвенным покровом и т. д. Образование ильменей относят к периоду самой большой Хвалынской трансгрессии Каспийского моря, наблюдавшейся около 10 тыс. лет назад. Ильмени представляют собой цепочки озеровидных водоемов ориентированных строго с востока на запад от главного русла Волги в сторону калмыцкой степи. В 30-х годах прошлого века уловы рыб в этих водоемах достигали 1000 тонн и были представлены такими ценными видами, как осетровые и белорыбица (Сокольский и др., 1990). В связи с падением уровня моря, продолжавшегося на протяжении почти всего 20 века (с 1930 по 1977 гг.) и низким уровнем половодья Волги заход рыбы в эту зону, как со стороны моря так и Волги резко сократился и уловы рыб здесь уменьшились до 10–100 тонн, т. е. почти в 10 раз. Многие ильмени, удаленные от водоисточников рукавов Волги: рек Хурдун, Бертюль, Дарма осолонились или полностью пересохли. Таким образом, к концу 70-х годов прошлого века Западные подстепные ильмени потеряли свое рыбохозяйственное значение. В этот период обозначилась и еще одна проблема, а именно нехватка питьевой воды сел расположенных вдали от основного русла Волги: Лиман, Басы, Николаевка, Восточное, Озерное,

Курченко и др. В этих селах в сумме число жителей превышает 200 тыс. человек. Поэтому было принято решение строительства водных трактов. В настоящее время в зоне Западных подстепных ильменей существуют Бешкульский, Прикаспийский, Восточненский, Камышевский, Зареченский, Лиманский водные тракты, Оля-Каспийский и Тропишкинский каналы.

Тракты морфологически представляют собой ильмени, соединенные копаными каналами. Ильмени в тракте выполняют двоякую функцию: роль водовода и водонакопителя. Глубина каналов 1,5-3 м. Все тракты имеют принудительное водоснабжение из Волги и Бахтемира. Вода в трактах пресная, но ее минерализация постепенно повышается с востока на запад. В конце трактов находится сбросной ильмень-испаритель. Вода в тракте за год обменивается 2-3 раза. Такая высокая проточность должна создаваться в целях снабжения отдаленных сел пресной питьевой водой. В настоящее время обмен воды в трактах замедлен. В виду некачественной работы насосных станций. Характеристика трактов приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика водных тактов в зоне ильменей

<i>Наименование тракта</i>	<i>Наименование ветвей</i>	<i>Источник питания</i>	<i>Протяженность, км</i>	<i>Расход воды, м³/с</i>
Бешкульский	-	р. Волга	219,6	12
Прикаспийский	-	ер. Кисинская Яма	111,5	15
Восточненский	-	р. Хурдун	72	11
Камышевский	Михайловский, Харцугинский, Камышово-Караванинский	р. Бахтемир	55	14
Зареченский	-	р. Бахтемир	55	8
Лиманский	БЛК-1,2,3 Черноземельский, Яндыко-Промысловский, Степной	р. Бахтемир	213	27
Оля-Каспийский	-	р. Бахтемир	22,2	0,2
Тропишкинский	-	Забурунный	9,6	11

Среди всех перечисленных выше трактов только Восточненский имеет комбинированное заполнение водой. В период пика половодья дамба отсекающая его от р. Хурдун разрывается и вода самотеком поступает в тракт. После спада волны половодья вода в этот тракт, как и во все остальные подается принудительно. Общая протяженность восточненских трактовых ильменей 72 км. В целом общая площадь водного зеркала, объединенных в тракты ильменей превышает 7 тыс. гектаров.

В настоящее время в зоне Западных подстепных ильменей 200 тыс. гектаров, включая трактовые, пресноводные водоемы и 300 тыс. гектаров засоленных и пересыхающих водоемов. По мнению ряда экспертов (Сокольский, 1990, 1995) при условии организации на базе ильменей озерных товарных рыбоводных хозяйств, здесь возможно выращивать до 20–30 тыс. т ценных пород рыб (карповые, осетровые), что сопоставимо с общим выловом рыб в дельте Волги (40–45 тыс. тонн).

Если учесть, что с 2009 г. началась масштабная добыча нефти и газа в российском и казахстанском секторе Северного Каспия вероятно он потеряет свое рыбохозяйственное значение поэтому освоение Западных подстепных ильменей имеет и стратегическую задачу, связанную с продовольственной безопасностью России.

В начале XX века (1911–1916 гг.) в зоне Западных подстепных ильменей выращивалось не более 500 тонн овощно-огородной продукции (арбуз). К середине 80-х годов прошлого века Астраханская область представляла из себя всесоюзный огород и выращивание в зоне ильменей овощно-огородной продукции возросло до 350 тыс. т, т. е. почти в 700 раз. В связи с изменившейся после 1993 г. экономической ситуацией это направление сельскохозяйственного производства в зоне ильменей пришло в упадок. Его реанимация с учетом наличия в селах свободных трудовых ресурсов обеспечит продукцией высшего качества не только Астраханскую область, но и крупнейшие города России: Москву, Казань, Санкт-Петербург, Саратов и другие.

Известно, что Западные подстепные ильмени по периферии зарастают тростником и рогозом. Общая биомасса этого самовозобновляемого ресурса превышает 1,5 млн тонн. В настоящее время этот биологический ресурс практически не используется. В тоже время он является хорошим строительным материалом и может использоваться, как топливо. В Голландии существуют заводы по брикетированию тростника и изготовлению камышитовых плит для строительства домов.

До начала 90-х годов прошлого века в зоне Западных подстепных ильменей существовало несколько специализированных совхозов и колхозов по выращиванию крупного рогатого скота: Астраханский, Кучергановский, Прикаспийский, Восточненский, Озерный и др. В настоящее время их инфраструктура разрушена, крупного рогатого скота, особенно коров мало. Незанятую нишу заполнили частники, отдача от деятельности которых в бюджете Астраханской области минимальна.

В последнее время в Астраханской области широкое распространение получил туристический бизнес. Туристические базы в основном сконцентрированы в дельте Волги. В зоне Западных подстепных ильменей их нет. Наличие большого числа озер и существующая инфраструктура дорог позволяет организацию баз отдыха с привлечением охотников и рыбаков любителей.

Предложения

1. Создание сети товарных озерных рыбоводных хозяйств с объемами добычи и выращивания товарной рыбы не менее 30 тыс. т.
2. Реанимация объемов выращивания овощно-бахчевой продукции в количестве не менее 300 тыс. т.
3. Создание не менее 5 тыс. рабочих мест за счет строительства и эксплуатации рыбопитомника и заводов по переработке тростника в строительные материалы.
4. Организация сети туристических центров для привлечения охотников и рыбаков любителей.
5. Социально значимым будет восстановление, реконструкция и реабилитация действующих водных трактов для обеспечения питьевой водой части населения сельских районов Астраханской области.
6. Доведения объемов разведения крупного рогатого скота до уровня начала 90-х годов прошлого века.

Литература

1. Белевич, Е. Ф. Районирование дельты Волги / Е. Ф. Белевич // Тр. Астр. гос. зап. Поведника. Вып. 8. – Астрахань, 1963. – С. 401–421.
2. Каспийское море. О влиянии экологических изменений на разнообразие и биопродуктивность / науч. ред. А. Ф. Сокольский. – Астрахань : Полиграфком, 2009. – 400 с.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ СРЕДА РЕКИ ВОЛГИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*А. Ф. Сокольский, О. В. Тюменцева, Г. Б. Абуова
АРО «Всероссийское общество охраны природы»,
Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Речной сток или естественные возобновляемые водные ресурсы, обеспечивающие жизнь в водоемах и основные потребности человека в пресной воде, в значительной степени изменяются по территории и во времени, в зависимости, в первую очередь, от пространственной и временной изменчивости климатических характеристик.

Изменения стока р. Волги более чем на 80 % обусловлено изменениями количества осадков, выпадающих при прохождении циклонов, зародившихся в Атлантике. Наблюдающиеся колебания год от года стока этой реки, главным образом, обусловлены циклоническими осадками атлантического происхождения. В колебаниях речного стока обнаруживаются группировки лет различной водности и свойственные только рассматриваемому бассейну закономерности смены лет одной водности на другие. Это

обстоятельство указывает на связь водности р. Волги с траекториями циклонов, направлением их движения [1].

Период с 80-х годов XIX века и до 30-х годов XX века водный баланс р. Волги формировался под влиянием естественных климатических факторов. В целом, его можно характеризовать как период повышенного стока реки. Средний годовой сток при этом составлял 266,9 км³. На долю стока за II квартал (половодье) приходилось 58%, на летне-осеннюю межень (июль-ноябрь) – 31 % и на зимний сток (декабрь-март) – 11 %. Обеспеченность среднего годового стока составила 42%, стока за II квартал – 33 % и зимнего стока – 66 %.

С середины 30-х годов на р. Волге началось водохозяйственное строительство, влияние которого стало ощутимо сказываться в 50-е годы. При этом зимние (энергетические) попуски в нижний бьеф Волгоградского гидроузла значительно возросли с 1958 года.

В 30-е годы прошлого века наблюдался маловодный период. Основная причина этой маловодности – потепление климата, в результате чего значительно сократилось количество атмосферных осадков и, главным образом, осенне-зимних, составляющих основной объем стока р. Волги [3].

В 40-е и 50-е годы бассейну р. Волги был присущ более умеренный климат, поэтому водность несколько возросла. Однако в 60-е и особенно в 70-е годы вновь сложились неблагоприятные гидрометеорологические условия, в результате чего сократился жидкий сток реки и произошло понижение уровня Каспийского моря.

В целом, период с 1930 г. по 1977 г. характеризуется пониженным стоком реки. Средний годовой сток за этот период составил 230,9 км². На долю стока за II квартал приходилось 51%, на летне-осеннюю межень – 30 % и на зимние энергетические попуски – 19 %. При этом обеспеченность среднего годового стока реки составила 64 %, стока за II квартал – 61 % и зимних энергетических попусков 45 %.

С 1978 по 1995 гг. наблюдался период повышенного стока р. Волги. Как известно, Волга приносит в море более 80 % объема суммарного речного стока и во многом определяет его уровенный режим. За этот период средний годовой сток р. Волги у Волгограда составил 273,8 км³. При этом на сток за II квартал приходилось 41 %, на летне-осеннюю межень – 33 % и на зимние энергетические попуски – 26 %, и обеспеченность годового стока, стока за II квартал и зимних энергетических попусков соответственно составила 38,66 и 13 %.

С 1996 по 2000 гг. отмечалось некоторое снижение стока р. Волги. Средний годовой сток сократился до 247,2 км³ и был несколько ниже многолетней нормы. Сток за II квартал составил 43 %, за летне-осеннюю межень – 33 % и за зимний период – 24 %. При этом обеспеченность годового стока была равна 54 %, стока за II квартал – 69 и зимнего стока (декабрь-март) – 23 %.

В целом, за период естественного стока р. Волги (1881–1957 гг.), ее средний годовой сток составил 255,4 км³. Сток за II квартал равнялся 58 %, за летне-осеннюю межень – 30 % и зимние попуски – 12 %, при обеспеченности годового стока 49 %, стока половодья 39 % и зимнего стока – 66 %.

В зарегулированный период водности (1958-2000 гг.) величина годового стока р. Волги составила 248,3 км³. На долю стока за II квартал приходилось всего 42 %, на летне-осеннюю межень – 32 % и на зимние энергетические попуски – 26 % от примерного годового стока. При этом обеспеченность годового стока составила 53 %, стока за II квартал – 71 % и зимнего энергетического стока – 18 %. В условиях зарегулирования р. Волги произошло коренное внутригодовое перераспределение ее стока. Если в зарегулированных условиях стока, в сравнении с естественным периодом водности, годовой сток в нижний бьеф Волгоградского гидроузла сократился всего на 7,4 км³, то сток за II квартал уменьшился на 42,3 км³, а зимние энергетические попуски возросли на 34,4 км³ или более чем в 2 раза.

За весь 120 летний период наблюдений (1881–2000 гг.) средний годовой сток в низовья р. Волги был равен 252,7 км³. При этом на долю половодья приходилось 52 % стока, на летне-осеннюю межень – 31 % и на зимние энергетические попуски 17 %.

Максимальные величины годового стока отмечались в 80-е годы XIX века и в 20-е годы XX века, когда средние значения соответственно составили 285,1 и 279,0 км³, при средней обеспеченности стока 30 и 37 %.

Максимальные величины годового стока наблюдались в 30 и 70-е годы XX века. Средние значения стока при этом соответственно равнялись 202,2 и 226,1 км³, обеспеченность стока 82 и 66 %.

Таблица 1

Обеспеченность годового стока и стока за II квартал р. Волги у Дубовки и Волгограда за период 1881–2000 гг.

Обеспеченность, %	Объемы стока, км ³	
	годовой	II квартал
1	391	212
2	345	205
5	335	193
10	316	186
25	291	164
50	252	133
75	217	104
90	186	86
95	178	68
98	167	62
99	161	57

В табл. 1 приводится обеспеченность годового стока и стока за II квартал р. Волги у Дубовки и Волгограда за период 1881–2000 гг., из кото-

рой видно, что при 50 % обеспеченности объем годового стока составляет 252 км^3 , а объем стока за II квартал – 133 км^3 , при 1 % обеспеченности – соответственно 391 и 212 км^3 при 99% обеспеченности стока – 161 и 57 км^3 .

За счет различных антропогенных факторов произошло значительное уменьшение стока воды в замыкающем створе. Так, за период 1956–1970 гг. по данным И.А. Шикломанова (1979) величина уменьшения стока р. Волги у г. Волгограда под влиянием всего комплекса факторов хозяйственной деятельности составила по отношению к естественному периоду $23 \text{ км}^3/\text{год}$, а по результатам дифференцированной оценки – около $20 \text{ км}^3/\text{год}$ (без учета изменения потерь ниже г. Волгограда).

Ниже г. Волгограда суммарные потери стока составляли в среднем за 1936–1970 гг. $14,2 \text{ км}^3/\text{год}$ (в том числе в пойме – $3,4 \text{ км}^3/\text{год}$, в центральной дельте – $7,6 \text{ км}^3/\text{год}$, в западных подстепных ильменях $1,5 \text{ км}^3/\text{год}$ и в восточных – $1,7 \text{ км}^3/\text{год}$) и колебались от 9–10 до 18–20 $\text{км}^3/\text{год}$. При расчетах потерь стока р. Волги ниже г. Волгограда очень важно оценить их изменение под влиянием хозяйственной деятельности. Под влиянием антропогенной деятельности в бассейне р. Волги суммарная величина потерь стока реки ниже г. Волгограда уменьшилась по сравнению с условиями естественного режима примерно на $1,4 \text{ км}^3/\text{год}$ [4]. Это сокращение потерь стока произошло, в основном, за счет уменьшения объема половодья и продолжительности заливаемости нерестилищ.

Как в водном режиме р. Волги, так и в эффективности воспроизводства рыбных запасов Волго-Каспия, значительную роль играет характер половодья.

В целом, за период наблюдений (1881–2000 гг.), начало гидрологического половодья приходилось на 20 апреля, окончание – на 18 июля, а общая его продолжительность составила 90 суток. Под продолжительностью рыбохозяйственного половодья понимается отрезок времени между датами перехода уровня воды по водпосту Астрахань на подъеме и спаде через отметку 351 см (50 см по «старой» водомерной рейке), т.е. период заливания нерестилищ в дельте р. Волги. Рыбохозяйственное половодье за этот же период в среднем продолжалось 79 суток (с 26 апреля по 13 июля) и было на 11 суток короче гидрологического. При этом объем стока за II квартал был равен биопродукционному стоку и составил $132,8 \text{ км}^3$ или 53 % от величины годового стока реки. Пик половодья у Астрахани приходился на 2 июня и составил 585 см скорости подъема и спада волны гидрологического половодья составили соответственно 7,2 и 6,5 см/сутки, а рыбохозяйственного – 7,2 и 7,1 см/сутки.

В период повышенного стока р. Волги (1881–1929 гг.) продолжительность гидрологического и рыбохозяйственного половодья составила соответственно 99 и 93 суток. Объем стока за II квартал равнялся $155,5 \text{ км}^3$, а объем биопродукционного стока – $167,5 \text{ км}^3$ или соответствен-

но 58 и 63% от величины годового стока. Пик половодья за этот период приходился на 9 июня и был равен 617 см.

В период пониженного стока р. Волги (1930–1977 гг.) гидрологическое и рыбохозяйственное половодье в среднем продолжались соответственно 88 и 72 суток. Значительно сократились объемы стока за II квартал и биопродукционного стока, которые составляли 119,8 и 115,0 км³ или соответственно 52 и 50 % от объема годового стока. Максимальный уровень воды на пике половодья 4 июня был равен 563 см.

В период повышенного годового стока реки и последней трансгрессии моря (1978–1995 гг.) продолжительность гидрологического половодья составила 75 суток и рыбохозяйственного – 58 суток. Объем стока за II квартал был равен 112,9 км³, а биопродукционного стока – 97,8 км³ или соответственно 41 и 36% от величины годового стока. Пик половодья 17 мая по водпосту Астрахань составлял 567 см.

За пятилетие (1996–2000 гг.) – период снижения стока р. Волги и некоторого понижения уровня моря, продолжительность гидрологического и рыбохозяйственного половодья соответственно равнялась 70 и 58 суткам. За этот период во II квартале объем стока составил 106,5 км³, а биопродукционного стока – 89,1 км³ или соответственно 43 и 36 % от суммарной годовой величины стока. Пик половодья приходился на 17 мая и был равен 560 см.

В целом, за период естественного стока р. Волги в нижний бьеф Волгоградского гидроузла (1881–1957 гг.), продолжительность гидрологического и рыбохозяйственного половодья в дельте р. Волги составила соответственно 99 и 89 суток. Сток за II квартал и биопродукционный сток соответственно были равны 147,9 и 156,1 км³ или 58 и 61 % от величины годового стока. Максимальный уровень воды на пике половодья у Астрахани 8 июня составил 603 см. Скорость подъема и спада гидрологического половодья соответственно равнялась 6,3 и 6,0 см/сутки, а рыбохозяйственного – 6,1 и 6,4 см/сутки.

В период зарегулированного стока р. Волги (1958–2000 гг.), в сравнении с естественным периодом водности, продолжительность гидрологического и рыбохозяйственного половодья сократилась соответственно на 27 и 29 суток и составила 72 и 60 суток. Объемы стока за II квартал и биопродукционного стока соответственно уменьшились на 42,2 и 65,0 км³ и были равны всего 405,7 и 91,1 км³ или составляли 43 и 37% от средней величины речного годового стока. При этом отметка пика половодья уменьшилась на 50 см и равнялась 553 см.

Если до зарегулирования стока площадь нерестовых угодий в дельте составляла 691 тыс. га, то в современных условиях только 465 тыс. га или сократилась на 33 %.

До зарегулирования волжского стока у г. Самары и г. Волгограда гидрологические условия размножения рыб были благоприятными. Создание Волжско-Камского каскада водохранилищ привело к полному измене-

нию гидрологического режима дельты р. Волги, разрушению экологической структуры Волго-Каспийского региона, следствием чего стало значительное уменьшение его рыбопродуктивности.

Литература

1. Бабкин, В. И. Глобальные факторы формирования стока рек Русской равнины / В. И. Бабкин // Современные проблемы гидрометеорологии. – СПб., 1999. – С. 101–113.
2. Зайков, Б. Д. Многолетние колебания стока р. Волги и уровня Каспийского моря / Б. Д. Зайков // Тр. по комплексному изучению Каспийского моря. – М., 1940. – Вып. 10.
3. Макарова, Р. Е. Водный баланс и уровень моря / Р. Е. Макарова // Гидробиология и гидрохимия. – М. : Наука, 1986. – С. 29–38.
4. Шикломанов, И. А. Антропогенные изменения водности рек / И. А. Шикломанов. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 302 с.
5. Шикломанов, И. А. Исследования водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы / И. А. Шикломанов. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 152 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ САМОТЕЧНОЙ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЕЕ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ

А. А. Болеев, Ю. Н. Гончар, Г. Л. Гиззатова
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)

Канализационные сети являются источником загрязнения воздушного бассейна газообразными веществами. В связи с этим вентиляция бытовых сетей вызывается необходимостью удаления из них газов (в частности токсичного сероводорода), выделяющихся из сточной жидкости, которые разрушают материал труб и колодцев, представляют опасность для обслуживающего персонала и для окружающей среды в целом.

Исследования коллекторов с расходами воды 0,8... 1,2 м³/с и содержанием сульфидов в сточных водах от 3,8 до 34 мг/л выявили интенсивность выделения газообразного сероводорода от 0,00023 до 0,001 мг/(л·с), т. е. суточный выброс сероводорода только коллекторами находится в пределах от 1 до 10 т/сут [1].

В нормально работающем коллекторе с определенным резервом пропускной способности воздействия на окружающую среду сравнительно незначительно, но при переполнениях сети происходит нарушение ее вентиляции, а вместе с этим усугубляются экологические проблемы для города.

Значимость вентиляции сильно возрастает при эксплуатации бетонных и железобетонных сетей водоотведения, где существенным фактором надежности является коррозионная устойчивость.

Сочетание и взаимодействие факторов (материала труб, качественных показателей сточных вод, скорости движения воды, системы вентиля-

ции), провоцирующих развитие коррозии по суммарному уровню значимости (0,618) почти вдвое превышают суммарный уровень значимости при сочетании факторов (гидрогеологических условий, заделки стыков, системы канализации, глубины заложения), определяющих физико-механическое воздействие (0,382) [1].

Постоянно возникающие аварийные ситуации на канализационных сетях свидетельствуют о недостаточной вентиляции сетей, контроле за качеством сточных вод и использование коррозионно-стойких конструктивных материалов. Каждое из этих решений связано со значительными экономическими затратами на стадии строительства и эксплуатации.

Установлено также, что при прочих равных условиях скорость разрушения бетона существенно уменьшается с увеличением уклона коллектора [2]. Экспериментально полученные результаты исследования подтверждают это положение, поскольку скорость коррозии бетона прямо зависит от содержания сульфатов в сточной жидкости, которые приводят в результате биологических процессов к выделению сероводорода в атмосферу и соответственно разрушению свода трубы.

Одновременно с нарушением вентиляции при переполнении самотечной сети водоотведения сокращаются возможности по пропуску залпового сброса сточных вод по коллектору.

В таблице 1 и на рис. 2. приведена зависимость резерва пропускной способности $q_{рез}$ от диаметра труб ($d = 200...600$ мм – керамические; > 600 мм – железобетонные), здесь

$$q_{рез} = q_n - q_{макс}, \text{ л/с}, \quad (1)$$

где q_n – пропускная способность при полном наполнении, л/с; $q_{макс}$ – то же при максимально допустимом наполнении, л/с.

Таблица 1

Зависимость резерва пропускной способности $q_{рез}$ от диаметра труб ($d = 200 \dots 600$ мм – керамические; $d > 600$ мм – железобетонные)

d	$i_{min}, \text{‰}$	$q, \text{ л/с}$	$q_n, \text{ л/с}$	$q_{рез}, \text{ л/с}$	$q_n/q_{рез}, \text{ л/с}$
200	4,790	13,78	21,99	8,21	0,373
250	3,557	21,53	34,36	12,83	0,373
300	3,607	42,29	56,55	14,26	0,252
350	2,946	57,55	76,97	19,42	0,252
400	2,475	75,18	100,5	25,32	0,252
450	2,664	115,1	143,1	28	0,196
500	2,324	142,1	176,7	34,6	0,196
600	2,253	227,4	282,7	55,3	0,196
700	2,034	309,6	384,8	75,2	0,196
800	1,713	404,3	502,7	98,4	0,196
900	1,935	588,5	731,6	143,1	0,196
1000	1,691	774,2	903,2	129	0,143

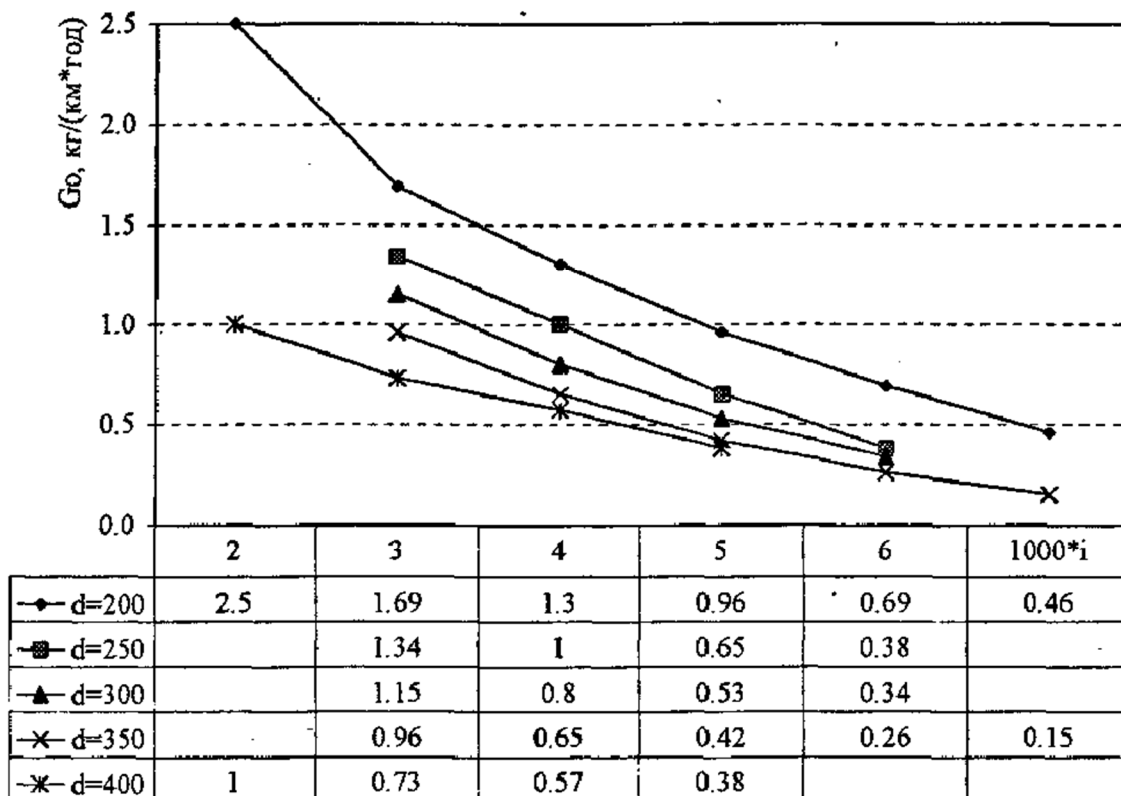


Рис. 1. Зависимость относительной массы накопившегося осадка G_0 от уклона $1000*i$ и от диаметра трубопровода d

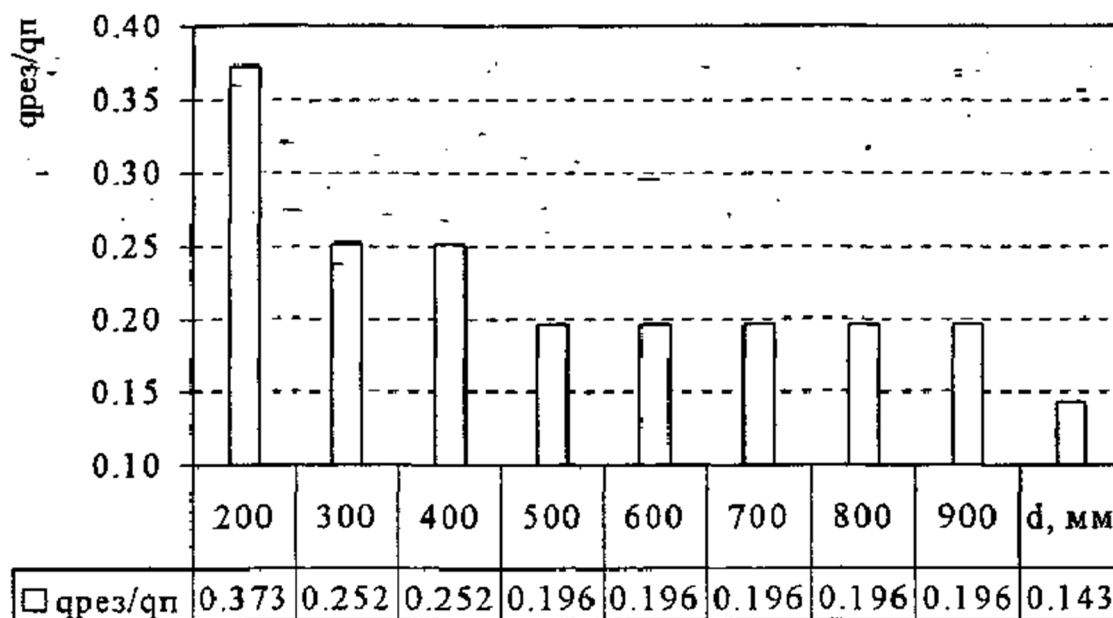


Рис. 2. Зависимость резерва пропускной способности $q_{рез}/q_{п}$ от диаметра трубы

Таким образом, оптимальное проектирование бытовой сети с учетом гидравлических характеристик потока сводит к минимуму процесс дегазации по всей ее длине и обеспечивает возможность залпового сброса сточных вод, а это повышает надежность водоотводящей сети и улучшает экологическую обстановку городов.

Литература

1. Дрозд, Г. Я. Надежность канализационных сетей / Г. Я. Дрозд // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – № 10. – С. 2–4.
2. Дидеко, Е. А. Влияние состава транспортируемых сточных вод на состояние канализационных трубопроводных систем / Е. А. Дидеко, Я. Л. Хромченко, В. А. Светлополянский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 5. – С. 33–35.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

А. А. Войтюк, Д. К. Хатулев, Е. В. Москвичева
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)

Одной из глобальных проблем очистки сточных вод является утилизация и переработка осадков, а если быть точнее избыточного активного ила образующегося на городских очистных сооружениях, потенциально опасного в химическом и бактериологическом плане, но по своему составу обладает большим энергоэффективным ресурсным потенциалом.

По содержанию питательных для растений веществ осадки сточных вод с иловых площадок не уступает традиционно применяемым органическим удобрениям. Таким образом, применение осадков сточных вод в качестве удобрений является целесообразным, хотя при этом требуется их балансировка по отдельным составляющим, в частности по калию. Очень важно, что в осадках сточных вод широко представлены микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности растений.

Несмотря на высокие удобрительные качества осадков сточных вод, их применение в сельском хозяйстве ограничено законодательствами ряда стран из-за содержания в них ионов тяжелых металлов (ТМ). Причем концентрации ТМ в осадках сточных вод чаще всего превышают их предельно допустимое содержание в почвах, что требует осторожного их использования в качестве удобрений. Проблемы, возникающие при использовании осадков сточных вод в качестве удобрений, вызваны тем, что в систему городской (бытовой) канализации помимо обычных хозяйственно бытовых сточных вод сбрасываются промстоки, содержащие ТМ в достаточно высоких концентрациях. Эффективность же их удаления на традиционных сооружениях механической и биологической очистки низкая [1, с. 215].

В ходе исследований был получен материал в состав, которого входят неорганические примеси, являющиеся отходом производств, а так же природные минералы, вяжущие, влагонасыщенный осадок. Руководствуясь приоритетной целью, были получены механически прочные гранулы с определенным количеством структурирующего вещества и неорганическими добавками, усиливающими сорбционные свойства:

76 % – осадок сточных вод;

14 % – неорганические примеси;

10 % – вяжущие.

Гранулы заданного диаметра создаются путем пропускания пластической массы через сито с заданным диаметром. Это позволяет получать гранулы необходимой величины. Сушка производится как в естественных условиях, так и при помощи термообработки.

Отработанный сорбент не регенерируется. Дальнейшее его использование заключается в качестве добавки для брикетированного топлива. При этом он не требует дополнительного высушивания и измельчения.

Необходимость применения природных минералов в очистке воды обусловлена обострением проблем охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также экономическими соображениями. По сравнению с традиционными, эти материалы обладают не высокими сорбционными свойствами, но их низкая стоимость, минимальные транспортные расходы и возможность исключения из стадии очистки процесса регенерации намного уменьшают себестоимость очистки воды.

Из литературных данных известна возможность сжигания осадков сточных вод, в том числе избыточного активного ила после его обезвоживания, уплотнения или сушки. Наличие органического вещества в сухом веществе осадка дает возможность рассматривать его как потенциальное топливо, что подтверждается сравнением элементного состава органического вещества с углями, горючими сланцами и торфом [2, с. 176; 3, с. 29; 4, с. 264].

Известно применение избыточного активного ила в качестве связующего вещества для получения топливных брикетов различного состава и рецептур. Главным недостатком такого топлива является его низкая экологичность, связанная с наличием в составе вводимого активного ила патогенной микрофлоры и микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, химически опасных и токсичных веществ, что обуславливает потенциально высокую степень бактериологической опасности для окружающей среды, обслуживающего персонала и жителей близлежащих населенных пунктов. При сгорании активного ила происходит разложение содержащихся в нем вредных примесей, образующиеся вещества попадают в атмосферу и наносят ей значительный ущерб [5, с. 52, 6, с. 267].

Литература

1. Зотова, Н. И. К вопросу об использовании осадков бытовых сточных вод в сельском хозяйстве / Н. И. Зотова, С. Р. Суслов // *Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства*. – Харьков, 2010. – № 3 (83). – С. 215.
2. Алексеев, В. И. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий : учеб. пособие / В. И. Алексеев, Т. Е. Винокурова, Е. А. Пугачев. – М. : АСВ, 2003. – 176 с.
3. Вильямс, Ф. А. Теория горения : пер. с англ. / Ф. А. Вильямс. – М. : Наука, 1973. – 29 с.
4. Померанцев, В. В. Основы практической теории горения / В. В. Померанцев. – Л. : Энергия, 1973. – 264 с.
5. Семенова, В. В. Оценка токсичности и опасности отходов, образующихся при очистке городских сточных вод и сжигании осадка / В. В. Семенова, Л. А. Аликбаева // *Гигиена и санитария*. – 2008. – № 2. – С. 52–54.
6. Ушаков, А. Г. К вопросу совместной переработки избыточного активного ила и твердых углеродсодержащих отходов / А. Г. Ушаков, Б. Г. Трясунов, Г. В. Ушаков // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 3. – С. 266, 267.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕАГЕНТНОЙ МОДИФИКАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

А. В. Москвичева, С. С. Евлантьев, Д. О. Игнаткина
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)

Существует несколько известных способов активации сорбционной способности глинистых минералов: термическая обработка, гидротермальная обработка, кислотная активация и катионный обмен [1].

Оптимальной температурой обработки для монтмориллонита необходимо считать 150–200 °С происходят необратимые изменения в пористой структуре природных сорбентов за счет спекания частиц [2].

Известно, что обработка глинистых минералов горячими кислотами приводит к резкому увеличению их каталитической, адсорбционной способности. Анализ литературных данных показывает, что в результате кислотной активации происходит растворение значительной части окислов магния, железа, алюминия, и за счет этого содержание SiO₂ в образцах увеличивается, в большинстве случаев наблюдается исчезновение мелких пор и возникновение более крупнопористой структуры. Это, вполне естественно, должно приводить к уменьшению величины поверхности и к снижению адсорбционных свойств [3]. Но при мелкопористой структуре адсорбционная способность природных минералов по отношению к загрязняющим веществам, находящимся в молекулярной форме и имеющим значительные размеры молекулы, к которым относятся как раз и нефте-

продукты, довольно ограничена. Поэтому можно говорить о том, что кислотная активация приводит к возрастанию адсорбционных свойств в области насыщения и в области образования мономолекулярного слоя минералов [2].

Для химической активации применяют чаще всего серную и соляную кислоты, хотя можно для этих целей применять и другие кислоты. Для получения высокоактивного образца природного минерала при кислотной активации большое значение имеет установление оптимальных условий проведения процесса. К таким условиям относятся: концентрация минеральной кислоты; количество расходуемой кислоты; продолжительность и температура химической обработки. Несоблюдение хотя бы одного из условий часто приводит к получению продукта заниженной сорбционной способности [2].

Применение активированных природных минералов вместо необработанных позволяет достигать высокой эффективности очистки сточных вод, значительно уменьшить их потери, снизить количество необходимого адсорбента, необходимого для проведения процесса очистки, и, следовательно, сократить расходы на очистку сточных вод.

Исследуемый минерал подвергался химической и термохимической обработке растворами кислот и солей. Перед модификацией образцы измельчались, просеивались. Исходя, из проведенных ранее исследований следует, что наибольшей сорбционной емкостью по отношению к нефтепродуктам исследуемый природный минерал обладает при размере его частиц в интервале 1–5 мм. Это объясняется тем, что частицы меньшего размера обладают большей поверхностью, а так как сорбция – процесс, протекающий на поверхности материала, то и интенсивность его выше, если поверхность для проведения взаимодействия больше. Поэтому минерал просеивался для отбора частиц размеров 1–5 мм. Далее измельченный материал подвергался обработке раствором реагента – модификатора, после чего промывался дистиллированной водой для удаления остатков реагента и высушивались при различных температурах. В лабораторных условиях производилась модификация исследуемого минерала при различных температурах, реагентах и их концентрациях. Реагенты выбирались исходя из химического состава минерала, который представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемого минерала

Наименование компонента	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	H_2O	$CaSO_4$	$CaCO_3$
% содержания	65–68	29,6–33,8	0,5–0,7	0,2–0,6	0,3–0,4	0,2–0,7

Изучив химический состав исследуемого минерала, видим, что в качестве модификатора лучше использовать растворы кислот или солей щелочных металлов. Условия модификации представлены в таблице 2.

Таблица 2

Условия проведения процесса модификации минерала

№ n/n	Наименование реagenta- модификатора	Концентрация реагента- модификатора	Время обработки, ч.	
			$T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	HCl	10 %	6	3
2		20 %	6	3
3		30 %	6	3
4	NaCl	5 %	6	3
5		10 %	6	3
6		15 %	6	3
7		20 %	6	3

Для получения данных о сорбционной емкости исследуемого минерала после его модификации проведены лабораторные исследования для получения изотерм сорбции в статических и динамических условиях, которые характеризуют состояние сорбционного равновесия при постоянной температуре.

Сорбционная емкость определялась для необработанных и модифицированных образцов исследуемого минерала по нефтепродуктам, при различных исходных концентрациях загрязнителя от 10 до 100 мг/л, по изотермам сорбции. Исследовалось влияние модификации на кинетику сорбции нефтепродуктов. Навеска сорбента 3,5 г, объем модельного раствора сточной воды 200 мл, время выдержки 48 часов.

Изучение кинетики сорбции. 3 образца массой 3,0 мг помещались в колбы с притертой пробкой и заливались модельным раствором сточной воды объемом 200 мл. Колбы периодически встряхивались. Определение концентрации нефтепродуктов в модельных растворах проводилось через определенные промежутки времени: 6, 12, 24, 48 ч.

Кинетика сорбции нефтепродуктов из водных растворов для различных способов модификации представлена на рис. 1–4.

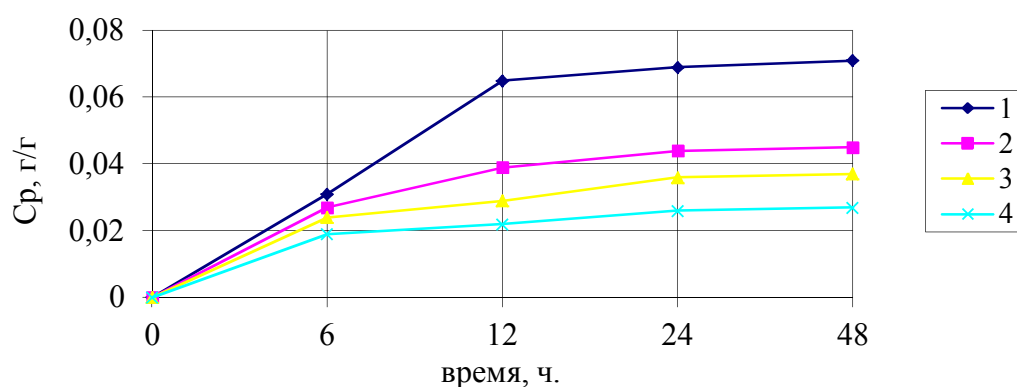


Рис. 1. Кинетика сорбции нефтепродуктов из модельных растворов на исследуемом минерале, модифицированном раствором HCl, время модификации 6 ч, $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$: 1 – 30%-й раствор; 2 – 20%-й раствор; 3 – 10%-й раствор; 4 – немодифицированный минерал

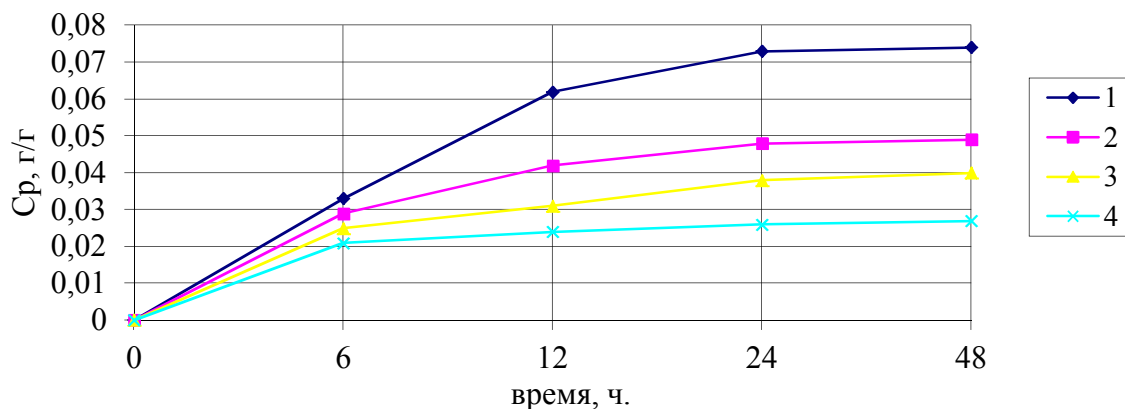


Рис 2. Кинетика сорбции нефтепродуктов из модельных растворов на исследуемом минерале, модифицированном раствором HCl, время модификации 3 ч, T = 110 °C: 1 – 30%-й раствор; 2 – 20%-й раствор; 3 – 10%-й раствор; 4 – немодифицированный минерал

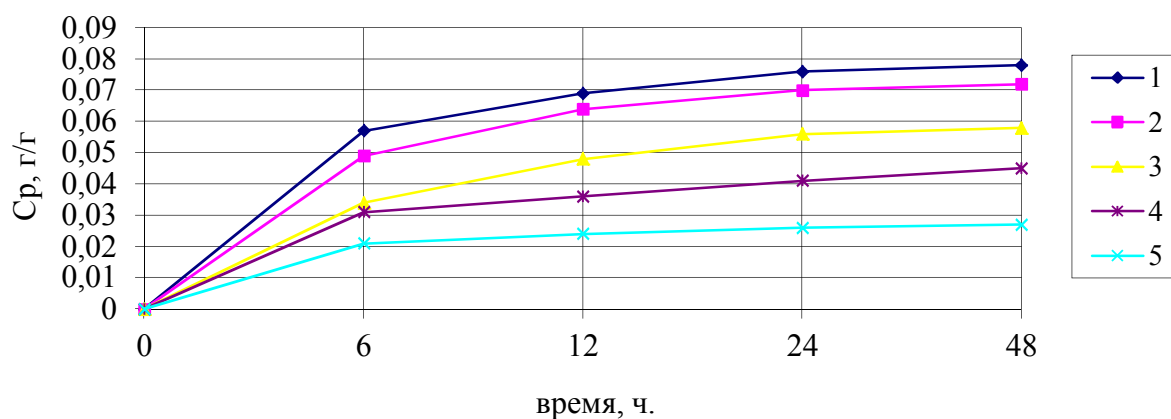


Рис. 3. Кинетика сорбции нефтепродуктов из модельных растворов на исследуемом минерале, модифицированном раствором NaCl, время модификации 6 ч, T = 20 °C: 1 – 20%-й раствор; 2 – 15%-й раствор; 3 – 10%-й раствор; 4 – 5%-й раствор; 5 – немодифицированный минерал

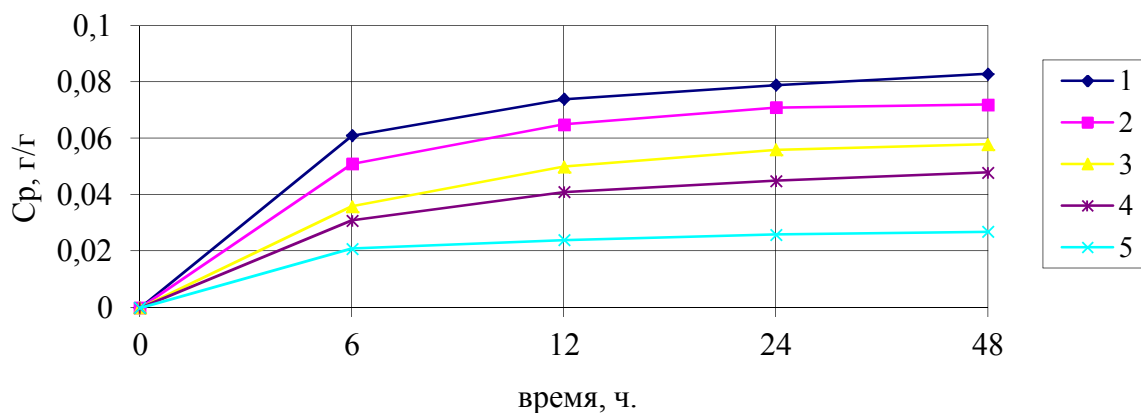


Рис. 4. Кинетика сорбции нефтепродуктов из модельных растворов на исследуемом минерале, модифицированном раствором NaCl, время модификации 3 ч, T = 110 °C: 1 – 20%-й раствор; 2 – 15%-й раствор; 3 – 10%-й раствор; 4 – 5%-й раствор; 5 – немодифицированный минерал

Характер изотерм сорбции – сглаженный, что можно объяснить быстрым достижением полного насыщения сорбционного материала. Также по характеру изотерм сорбции видим, что модификация исследуемого минерала растворами соляной кислоты и хлорида натрия является наиболее эффективной, причем концентрация реагента 30 % и 20 % соответственно. Максимальная сорбционная емкость модифицированного минерала составила 0,08 г/г, в то время, как у минерала, необработанного 0,027 г/г.

Выводы:

1. Установлено, что модификация повышает сорбционную емкость исследуемого минерала по отношению к нефтепродуктам.

2. Исходя из химического состава, предложено модифицировать исследуемый минерал растворами соляной и серной кислот, хлорида и карбоната натрия различных концентраций при температурах 20 и 110 °С.

3. Построены кинетические кривые сорбции нефтепродуктов исследуемым минералом, модифицированным при различных условиях. Исходя из анализа полученных кривых определено, что оптимальные результаты по повышению сорбционной емкости минерала достигнуты после обработки его растворами соляной кислоты и хлорида натрия, и максимальная сорбционная емкость составила 0,08 г/г.

4. Максимальная сорбционная емкость минерала была достигнута при следующих условиях проведения модификации: размер частиц минерала 1–5 мм; концентрация раствора HCl – 30 % или раствора NaCl – 20 %; температура обработки 110 °С; время обработки – 3 часа. Однако, при обработке в течение 6 часов при температуре 20 °С сорбционная емкость составила 0,078 г/г, что не значительно отличается от сорбционной емкости, достигнутой после обработки минерала при температуре 110 °С. В результате модификации сорбционная емкость исследуемого минерала повышается примерно в 4 раза, что позволит уменьшить расход сорбента при очистке воды.

Литература

1. Тарасевич, Ю. И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю. И. Тарасевич, Ф. Д. Овчаренко. – Киев : Наукова думка, 1975. – 352 с.
2. Большаков, А. А. Природные минералы Тюменской области: свойства и перспективы использования в процессах очистки воды / А. А. Большаков, Е. И. Вялкова. – СПб. : Недра, 2005. – 128 с.
3. Тарасевич, Ю. И. Природные сорбенты в процессе очистки воды / Ю. В. Тарасевич. – Киев : Наукова думка, 1981. – 208 с.
4. Дистанов, У. Г. Минеральное сырье. Сорбенты природные : справочник / У. Г. Дистанов, Т. П. Колюхова. – М. : Геоинформмарк, 1999. – 42 с.

ОЧИСТКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В АЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

Ю. Ю. Юрьев, Л. З. Перфильева, Е. В. Москвичева
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)

Как видно из приведенного теоретического анализа существующих технологий очистки фильтрационных вод (ФВ), аэробная биологическая очистка (доочистка) фильтрата полигонов ТБО является важным этапом многих технологических комбинаций.

Для проведения исследований о возможности применения аэробной биологической очистки ФВ полигона ТБО г. Волгограда были проведены эксперименты на примере очистки реального фильтрата, а также с использованием модельных растворов содержащих компоненты типичные для ФВ; растворы гуминовых и фульвокислот, фенолы, крезолы, тяжелые металлы.

В состав фильтрата входят ионы тяжелых металлов, которые содержатся в ФВ в виде гидратированных ионов, а так же в виде устойчивых комплексных соединений с различными органическими лигандами – продуктами биохимического разложения органической части ТБО.

В качестве модельных растворов были выбраны: гуматы железа (II), гуматы меди (II), растворы неорганических солей железа (II), цинка (II), меди (II), хлориды.

Исследование процесса биологической очистки с помощью активного ила проводили на модельных лабораторных установках (рис. 1) в непрерывном режиме при температуре 18– 25 °С.

ФВ с помощью дозирующего устройства через штуцер 3 подавались в аэротенк 1 – вертикально расположенную емкость диаметром 4 см и высотой 80 см, оборудованную соединительными трубками с отстойником 2 для циркуляции активного ила и отвода очищенной воды. В аэротенк через штуцер 4 подавался воздух. Для его равномерного распределения имелась поддерживающая сетка, покрытая капроновой тканью (артикул 56023). Иловая смесь и очищенная вода по соединительной трубке 5 поступала в отстойник 3 (диаметр 4 см, высота 80 см), по мере отстаивания активный ил возвращался по соединительной трубке 6 в нижнюю часть аэротенка и потоком воздуха равномерно распределялся по объему очищаемой воды.

Очищенная и отстаиваемая вода вытеснялась следующей порцией поступающей в отстойник иловой смеси и выходила из аппарата 8. Аэротенк и отстойник оборудованы штуцерами 7 для отбора проб. Рабочий объем аэротенка составлял 1000 см³.

Активный ил, отобранный на городских очистных сооружениях г. Волгограда, (о. Голодный) предварительно наращивали и адаптировали к

исследуемым водам. В качестве биогенных добавок использовали соли фосфора из расчета 3 мг/дм^3 (в пересчете на фосфор).

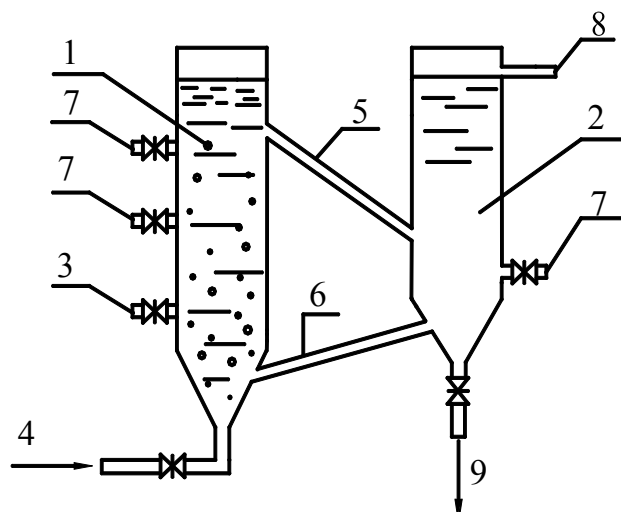


Рис. 1. Лабораторная модель аэротенка:

- 1 – аэротенк; 2 – отстойник; 3 – подача ФВ на очистку; 4 – подача воздуха;
5 – подача смеси активного ила и очищаемой ФВ в отстойник; 6 – возвратный активный ил в аэротенк; 7 – штуцер для отбора проб; 8 – отвод очищенной воды;
9 – отвод избыточного активного ила и опорожнение

Хозяйственно-бытовая сточная вода (контрольный вариант) служила критерием оценки нормально протекающего процесса биохимического окисления.

Контроль процесса наращивания, адаптации и очистки исследуемых вод оценивали по физико-химическим показателям: рН, ХПК, БПК_{полн}, содержанию тяжелых металлов, и микробиологическим показателям: иловому индексу, концентрации активного ила и наличию в нем индикаторных форм живых организмов. Длительность процесса накопления и адаптации активного ила составила 1 месяц. Микроскопические наблюдения показали, что в начальный период адаптации образовывались мелкие зооглеи, присутствовало много свободных бактерий, нитчатые формы единичны. Фауна биоценоза разнообразна. В активном иле преобладали *Aspidisca costata*, *Lithonotus fasciola*, черви *Nematoda*. Постепенно хлопья ила уплотнялись и увеличивались в размерах. Численность свободных бактерий сокращалась и жидкость осветлялась. В илах с ФВ (опытный вариант) к концу адаптационного периода присутствовали кристаллы, характерные для солей катионов щелочных и щелочноземельных металлов. Характеристика активных илов после адаптационного периода представлена в таблице 1.

Удовлетворительные показатели активного ила позволили начать очистку фильтрата полигона ТБО г. Волгограда при следующих параметрах процесса: концентрация ила в аэротенке (по сухому веществу) $1,5\text{--}2,5 \text{ г/дм}^3$; температура воздуха $18\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$; концентрация кислорода в аэротенке $3,5\text{--}4,2 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$; нагрузка на 1 г беззольного сухого вещества

активного ила – 100–130 мг БПК₅/(г сут). Исследования продолжались в течение 3 месяцев. Аэротенк работал в режиме вытеснения. Продолжительность аэрации составляла 8 часов. Скорость подачи ФВ в аэротенк с рабочим объемом 800 оставляла 100 мл/час.

В начальный период очистки реакция среды не стабильна и колебалась от 8,2 до 9,1. В отличие от контрольного варианта, в активном иле опытного варианта присутствовали в массе бесцветные жгутиковые.

Таблица 1

Параметры активного ила после адаптационного периода

Параметры	Варианты опыта	
	Хозяйственно-бытовая вода и активный ил (контроль)	ФВ и активный ил (опыт)
Цвет	Темно-серый	Желто-коричневый
Запах	Слабый, фекальный	Отсутствовал
Концентрация ила, г/дм ³ (по сухому веществу)	1,5	2,3
Иловый индекс, мл/г	52	65
Состав микрофлоры	Преобладали индикаторные формы простейших, характеризующие умеренно нагруженный ил	Преобладали индикаторные формы простейших, характеризующие умеренно нагруженный ил. В активном иле присутствуют кристаллы солей

С увеличением объема пропущенных фильтрационных вод и периода очистки, в активном иле опытного варианта значительно возросло количество нитчатых бактерий, что в свою очередь привело к значительному увеличению илового индекса (таблица 1). Вспухание активного ила было обусловлено, главным образом, развитием хламидобактерий *Sphaerotilus natans*, *Thiothrix* sp, *Beggiatoa*. Хламидобактерии наиболее распространенные нитчатые микроорганизмы, которые занимают пищевую нишу гелеобразующей сапрофитной микрофлоры в биоценозе активного ила, когда она гибнет или повреждается, под воздействием неблагоприятных факторов.

Следует отметить, что вспухший ил хотя и плохо осаждается, но чистит очень эффективно. Нитчатые образования создают рыхлые открытые хлопья с развитой поверхностью. При исследовании вспухшего ила в лабораторном цилиндре легко заметить, что надильная вода, как правило, очень чистая и прозрачная. Однако, отсутствие надежных конструкций вторичных отстойников, обеспечивающих отделение вспухшего ила от очищенной воды, не позволяет воспользоваться свойством нитчатых организмов, хорошо очищать сточные воды.

В конце периода очистки фильтрационных вод физиологическое состояние простейших неудовлетворительное: коловратки и сувойки не активны, появляются мертвые черви Nematoda, простейшие организмы образуют цисты. Происходит постепенное обеднение фауны и исчезновение активных видов простейших. Полученная микроскопическая картина характерна для активного ила при воздействии на него токсических веществ.

Неудовлетворительное состояние активного ила подтверждалось данными химического анализа фильтрационных вод – таблица 2.

Результаты анализа показали, что количество органических веществ по ХПК снизилось на 25 %, БПК на 40 %. Реакция среды в фильтрате, прошедшем очистку, слабощелочная. Количество хлоридов увеличилось до 0,68 г/л, сульфатов до 130 мг/л.

Таблица 2

Результаты аэробного биохимического окисления фильтрационных вод полигона ТБО г. Волгограда

Параметры	Результаты	
	До очистки	После очистки
Цветность, °Ц	350	200
pH	8,3	7,7
ХПК, мгО ₂ /л	1150	860
БПК _{полн} , мгО ₂ /л	150	90,0
Иловый индекс см ³ /г	65	230
Азот органический, мг/л	260,3	164,2
Взвешенные вещества, г/л	1,34	0,28
Сухой остаток, г/л	8,85	12,1
Прокаленный остаток, г/л	4,50	4,60
Хлориды, г/л	0,5	0,68
Сульфаты, мг/л	122	130
Медь, мг/л	1,2	1,1
Железо, мг/л	47,0	31,8
Марганец, мг/л	3,6	2,3
Свинец, мг/л	0,8	0,8
Никель, мг/л	0,28	0,28
Цинк, мг/л	7,2	7,2

В очищенном фильтрате улучшились органолептические свойства: цветность снизилась на 43 %. В фильтрационных водах, прошедших очистку, содержание никеля и цинка не изменилось; содержание таких металлов, как железо и марганец уменьшилось в 1,5 и 1,6 раза соответственно.

Эксперименты показали, что очистка ФВ, в аэротенках затруднена за счет содержания в ФВ соединений фенольного типа, тяжелых металлов, хлорорганических ароматических соединений и других ингибирующих и биорезистентных примесей, а также высокой минерализации.

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- Высокие концентрации тяжелых металлов, хлорорганических соединений присутствующих в ФВ оказывают ингибирующее действие на активный ил.
- Применение аэробного метода для очистки фильтратов возможно после их предварительной очистки физико-химическими и химическими методами.
- В ФВ присутствуют трудноокисляемые органические соединения. Высокая цветность очищенных вод, обусловленная веществами гумусовой природы, свидетельствует о затруднении процессов их биохимического окисления.

Литература

1. МУ 2.1.7.001-00. Методические указания. Общие требования к правилам контроля и отбору проб фильтрата мест складирования и полигонов захоронения твердых бытовых отходов. – Пермь, 2000.
2. Калюжный, С. В. Последовательная анаэробная-аэробная очистка фильтрата с полигона ТБО / С. В. Калюжный, М. А. Гладченко // Тезисы докладов 3-го Международного конгресса по управлению отходами ВЭЙСТЕК, 2003.
3. Николайкина, Н. Е. Обезвреживание фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов / Н. Е. Николайкина, А. М. Гонопольский, Л. Г. Федоров, Н. М. Островкин // Экология и промышленность России. – 2003. – № 1.
4. Проскураков, А. Ф. Методы обезвреживания свалочных грунтов, фильтрата, биогаза. Обзорная информация / А. Ф. Проскураков / Институт экономики жилищно-коммунального хозяйства. – М., 1993.
5. Рудакова, Л. В. Научно-методическое обоснование снижения эмиссий загрязняющих веществ полигонов захоронения твердых бытовых отходов биотехнологическими методами : автореф. ... д-ра тех. наук / Л. В. Рудакова ; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2000.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫЕ АКРИЛОВЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Р. В. Потоловский, Ю. Н. Гончар, Г. Л. Гиззатова
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)*

В последнее время водно-дисперсионные лакокрасочные материалы (ВД-ЛКМ) широко применяют в строительстве для наружной и внутренней отделки. В Европе более 600 тыс. тонн водных дисперсий полимеров ежегодно используют для производства строительных ЛКМ различного назначения. Такие материалы должны решать задачи не только декоративной отделки зданий и сооружений, но и защищать постройки от действия

влаги, солнечного света, механических или химических повреждений. Наиболее перспективны в этом отношении материалы на основе водных дисперсий акриловых сополимеров. Рецептуры этих ЛКМ достаточно сложны и могут содержать 10-20 различных компонентов, каждый из которых при попадании в сточные воды или твердые отходы теряется безвозвратно, что крайне расточительно и небезопасно для окружающей среды.

На предприятиях занимающихся приготовлением различных рецептур водно-дисперсионных ЛКМ на основе готового сырца, образование производственных сточных вод происходит на стадии мойки оборудования, после получения конкретного товарного продукта. С одной стороны объемы таких сточных вод невелики по сравнению с объемами получаемой продукции (менее 10 %), но с другой, содержание в сточных водах основных компонентов ЛКМ от 30 до 47 %.

Отстаивание обозначенных стоков не приводит к желаемому результату – возможности слива водной фракции в городскую канализацию, т. к. эта часть раствора содержит значительное количество загрязнений, способных в виде устойчивой пленки осаждаться на внутренней поверхности канализационной системы. Что было доказано опытным путем. Поэтому на сегодняшний день существует проблема очистки, и, прежде всего, тонкой очистки сточных вод, содержащих компоненты ВД-ЛКМ.

Проведены исследования, посвященные изучению факторов, влияющих на степень очистки обычным отстаиванием, а также поиску эффективного метода доочистки, который позволил бы выделить компоненты-загрязнители из водной фракции образованной после отстаивания, применив их в качестве вторичного сырья в строительной отрасли, а очищенную воду использовать повторно, тем самым реализовав схему оборотного водоснабжения на рассматриваемых предприятиях.

На первой стадии исследования потребовалось провести изучение физико-химических особенностей сред на модельных растворах.

Как известно, полимеры в воде могут существовать в виде раствора или дисперсии. Для растворения в воде макромолекулы полимера должны содержать ионные группы (карбоксильные, аммониевые) или значительное количество неионных гидрофильных групп либо сегментов (гидроксильные, карбонильные, аминные, амидные группы и/или полиэфирные цепи) [2, 3].

Если гидрофильность полимерной молекулы недостаточна для образования истинных растворов (гидрозолей), несколько полимерных макромолекул ассоциируются в крупные агрегаты и образуют вторичные коллоидные системы-гидрогели. Еще более крупные агрегаты полимерных частиц образуют дисперсии (эмульсии). Основные свойства водных систем полимеров, используемых в технологических процессах, приведены в табл.1 [1, 2].

Дисперсия – многофазная система, в которой, по крайней мере, одна фаза существует в виде микроскопических частиц (дисперсная фаза жид-

кая или твердая) внутри однородной фазы (дисперсионной среды – жидкой или газообразной).

В водных дисперсиях полимеров дисперсная фаза состоит из сферических полимерных частиц диаметром менее 1 мкм, а дисперсионной средой является вода. Водные дисперсии полимеров представляют собой молочно-белые жидкости с *различной вязкостью*. В 1 мл дисперсии полимера содержится около 10^{15} частиц, каждая из которых состоит из 1–10000 макромолекул, а каждая макромолекула включает около 108 блоков (мономерных единиц) [3].

Дисперсии полимеров *термодинамически неустойчивы*. Полимерные частицы имеют тенденцию к минимизации внутренней площади поверхности путем агломерации, *коагуляции или оседания*. Для предотвращения этих явлений используют *разные стабилизаторы*, но, несмотря на это, различные *внешние воздействия* (встряхивание, сильное перемешивание и т.п.) могут *дестабилизировать* дисперсии, что приводит к их *коагуляции*.

Таблица 1

Основные свойства водных систем полимеров

<i>Система</i>	<i>Внешний вид</i>	<i>Молекулярная масса</i>	<i>Размер частиц, мкм</i>	<i>Тип частиц</i>	<i>Добавка</i>
Раствор (гидрозоль)	Прозрачная жидкость	20000	0,01	Ионные молекулы	Нейтрализующий агент (амин, кислота)
Вторичная коллоидная дисперсия	Почти прозрачная жидкость	10000	0,1	Клубок из большого числа молекул	Незначительное количество нейтрализующего агента
Эмульсия (суспензия)	Жидкость от прозрачной до молочно-белого цвета	20000–50000	0,1	Капли или гранулы	Эмульгатор
Первичная дисперсия	Жидкость молочно-белого цвета	100000	0,05–5	Почти сферические полимерные частицы	Эмульгатор, стабилизатор

Полимерные дисперсии делятся на первичные и вторичные. Первичные – получают полимеризацией мономеров в жидкой фазе (эмульсионная полимеризация в воде), вторичные-путем эмульгирования при перемешивании готового полимера, например, раствора олигомерного пленкообразователя в жидкой среде [4].

Наибольший интерес для лакокрасочной промышленности представляют первичные дисперсии, получаемые методом эмульсионной полимеризации.

Наиболее распространенными являются водные дисперсии акриловых сополимеров (чистые акрилаты), акрилстирольных сополимеров (стирол-акрилаты), а также гомо- и сополимеров винилацетата (с этиленом, этиленвинилхлоридом, эфирами акриловой или метакриловой кислоты).

Мономеры, наиболее часто используемые для получения дисперсий сополимеров, применяемых в ВД-ЛКМ, приведены в табл. 2.

При проведении эмульсионной полимеризации взаимодействие мономеров протекает в воде в присутствии ПАВ (эмульгаторов) или полимеров (защитных коллоидов) при добавлении водорастворимого *инициатора* и *нагревания*.

Таблица 2

Мономеры, используемые для получения дисперсий сополимеров

Производная кислот		Другие
акриловой	метакриловой	
Н-Бутилакрилат	Метилакрилат	Стирол
2-Этилгексилакрилат	Н-Бутилметакрилат	Винилацетат
Этилакрилат	Метакриловая кислота	Акрилонитрил
Акриловая кислота	Метакриламид	Винилхлорид
Акриламид		Винилэтилен

Эмульгированные мономеры полимеризуются и образуют дисперсию макромолекул (рис. 1).

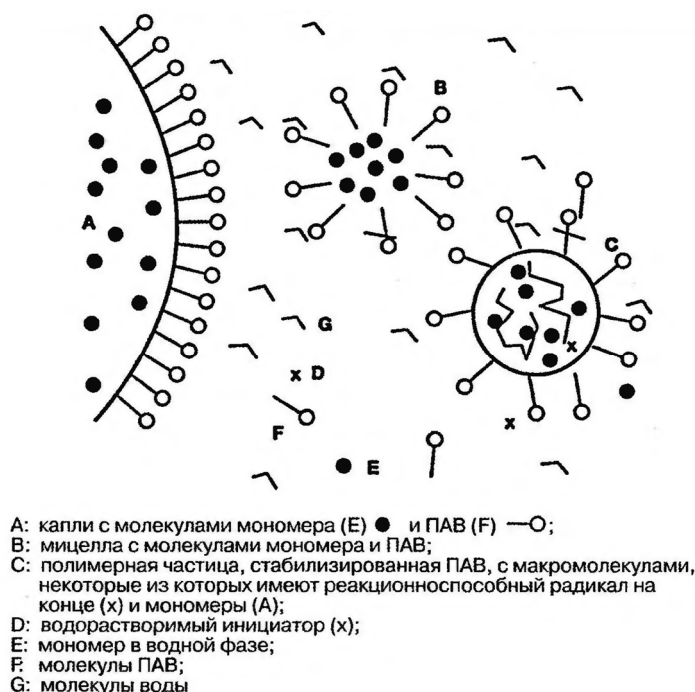


Рис. 1. Схема протекания эмульсионной полимеризации

Согласно мицеллярному механизму реакции, предложенному Harkins [5], Smith Ewart [6], мономеры, находясь в реакторе, до введения инициатора распределяются между каплями эмульгированного мономера (диаметром 1-10 мкм) и мицеллами-агрегатами из 20–100 эмульгированных молекул диаметром 5–15 нм. Количество мономера, растворенного в воде, очень мало. При нагревании инициатор в водной фазе распадается с образованием радикалов, инициирующих рост цепи при взаимодействии с растворенным в воде мономером. При этом образуются олигомерные радикалы. Так как количество мицелл в реакторе на единицу объема ($\approx 10^{18}/\text{см}^3$) значительно выше, чем капель мономера ($\approx 10^{10}/\text{см}^3$), и общая площадь их поверхности также значительно превышает суммарную площадь капель мономера, олигомерные радикалы проникают, как правило, внутрь мицелл, в результате чего содержание мономера в мицеллах должно значительно снижаться. Однако этого не происходит благодаря поступлению молекул мономера из мономерных капель через водную фазу в мицеллы: концентрация мономера в водной фазе остается постоянной до тех пор, пока в реакторе присутствуют капли мономеров [2, 3].

Из описания механизма реакции эмульсионной полимеризации следует, что необходимым условием для ее проведения является, по крайней мере, слабая растворимость полимера в воде. В частности, такие мономеры, как стирол или 2-этилгексилакрилат, достаточно легко подвергаются эмульсионной полимеризации. Дисперсии полимеров очень гидрофобных, длинноцепных и нерастворимых в воде мономеров, таких как лаурилметакрилат или стеарилакрилат, нельзя получить традиционной эмульсионной полимеризацией.

Для синтеза полимерных дисперсий в промышленном масштабе мономеры предварительно эмульгируют в воде. Эмульсия мономера и раствор инициатора по отдельным линиям поступают в реактор. Такой непрерывный способ проведения эмульсионной полимеризации позволяет получать очень высокую конверсию (до 90 %), несмотря на разную реакционную способность и параметры сополимеризации мономеров.

Изложенное позволило изучить рассматриваемые системы: вода-ВД-ЛКМ с целью максимального извлечения содержащихся компонентов при различных температурах водной среды в диапазоне концентрации общего загрязнения от 12 до 45 %: учитывалась структура, свойства акриловых сополимеров, содержания летучих веществ (мономера); наличие гелей и микрогелей (крупинки); вязкость; значение pH; коллоидная стабильность; поверхностное натяжение; плотность исходных смесей; водопоглощение извлеченных компонентов (за 24 часа при температуре 23 °С).

Полученные результаты позволили осуществить выбор метода глубокой очистки рассмотренных стоков. За основу взят электрохимический метод. Учитывая дефицитность и стоимость источников постоянного тока, на первом этапе рассматривались устройства, выпускаемые отечественной

промышленностью. Исследовали процесс на основе электрофлотаторов и электрокоагуляторов с алюминиевыми анодами.

Выявлено: эффективность тонкой очистки может достигнуть 92–95 % при обработке раствора постоянным током. С целью исключения образования отходов, далее проведены были исследования процессов, протекающих на анодной и катодной поверхностях, что позволило предложить такие параметры электрообработки, при которых образующиеся продукты могут быть использованы как вторичное сырье в гражданском строительстве.

Литература

1. Brock, T. European Coatings Handbook / T. Brock et al. – Hannover : Vincentz Verlag, 2000. – 410 p.
2. Елисеева, В. И. Эмульсионная полимеризация и ее применение в промышленности / В. И. Елисеева и др. – М. : Химия, 1976. – 240 с.
3. Warson, H. The application of synthetic resin emulsions / H. Warson. – London : Benn Publishers, 1972.
4. Вольфович, С. И. Общая химическая технология / С. И. Вольфович, А. П. Егоров, Д. А. Эпштейн. – М. : Высш. школа, 1953. – 632 с.
5. Harkins, W. J. A General Theory of the Mechanism of Emulsion Polymerization / W. J. Harkins // Am. Chem. Soc. – 1947. – V. 69. – P. 1428–1444.
6. Smith, W. Kinetics of emulsion polymerization / W. Smith, R. Ewart // J. Chem. Phys. – 1948. – V. 16. – P. 592–599.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ИХ УТИЛИЗАЦИИ

А. А. Войтюк, Д. И. Журкин, Е. С. Никитин

*Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)*

Осадки образуются при обработке практически любых сточных вод. Обработка осадков является одной из наиболее технологически сложных и самой дорогостоящей частью очистных комплексов. В связи с этим возникает несколько проблем: кондиционирование и обезвоживание осадков; подготовка осадков к дальнейшей переработке; собственно переработка (утилизация, уничтожение, накопление и др.); кондиционирование и использование высвобождающейся из осадков воды и многое другое. Если учесть, что усредненная величина объема всех образующихся осадков от очистки стоков составляет около 10 % объема стоков, а осадки имеют весьма разнообразный состав, то можно представить сложность проблем их переработки. Общепринято, что стоимость установки для обработки осадков составляет 50–70 % стоимости всего очистного комплекса. Накоп-

ление же осадков в окружающей среде создает самую, пожалуй, трудно-разрешимую экологическую проблему [1, с. 90].

В мировой практике основными методами утилизации осадков являются: захоронение осадков, использование осадков в качестве удобрений в сельском хозяйстве, сжигание осадков. Для захоронения осадков необходимо создавать эксплуатируемые и ремонтпригодные сооружения на срок 100–150 лет. В течение этого срока сооружения являются опасными для окружающей среды, а наличие тяжелых металлов сохраняет опасность и в дальнейшем. Кроме того, складирование отходов требует отчуждения больших площадей земли. Использование осадков в сельском хозяйстве из-за наличия в их составе растворимых соединений тяжелых металлов проблематично и не может быть рекомендовано без предварительного выделения из осадков тяжелых металлов. Дополнительное ограничение – патогенность коммунальных сточных вод и, соответственно, образующихся осадков [2, с. 66]. Более надежным способом обезвреживания осадков является их высокотемпературное сжигание, например, в слоевых топках, факельных печах, печах с псевдосжиженным слоем инертных материалов типа песка. Однако при этом происходит вторичное загрязнение окружающей среды токсичными продуктами высокотемпературного сгорания (CO , NO_x , SO_x , бенз-а-пирены, диоксины и др.).

На всех заводах сжигания осадка очищенные газы полностью отвечают требованиям Директивы Европейской комиссии от 4 декабря 2000 г. № 2000/76/ЕС, регламентирующей условия сжигания и нормативы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от установок сжигания отходов. Наряду с этим, выполняются более жесткие требования российского санитарного и природоохранного законодательства достижение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха на границе и за пределами санитарно-защитных зон очистных сооружений на уровне менее ПДК.

Зола от сжигания осадков сточных вод преимущественно состоит из мелкодисперсной минеральной пыли, двуокиси кремния, оксидов фосфора, алюминия, железа и других металлов. Зола относится к IV классу опасности. На основании результатов биохимических, токсикологических, химических и радиологических исследований золы разработаны временные технические условия и получен гигиенический сертификат по использованию золы в строительных материалах. Наиболее реальным и перспективным направлением является использование золы в производстве пенобетона, так как содержание золы в этом материале может составлять 20–25 %.

Экологическая эффективность при сжигании осадка сточных вод заключается в следующем: прекращается складирование необеззараженного осадка и отпадает необходимость в строительстве новых полигонов; сокращается выброс выхлопных газов от автомобильного транспорта; отсутствуют выбросы в атмосферу от мест временного складирования осадка;

очистка дымовых газов от печей сжигания осуществляется в соответствии с российскими и международными стандартами; вырабатывается 45 тыс. кВт·ч/сут электроэнергии; использование тепла, получаемого от сжигания осадков, для отопления и горячего водоснабжения очистных сооружений [3, с. 19].

Литература

1. Аксенов, В. И. Переработка осадков сточных вод / В. И. Аксенов, Е. В. Мигалатий, А. Ф. Никифоров ; Уральский государственный технический университет – УПИ. – Екатеринбург, 2003. – С. 90.

2. Рублевская, О. Н. Опыт внедрения современных технологий и методов обработки осадка сточных вод / О. Н. Рублевская, А. Л. Краснопеев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011.– № 4. – С. 66.

3. Карамазинов, Ф. В. Сжигание осадков сточных вод – решение проблемы их утилизации / Ф. В. Карамазинов, Б. В. Васильев, Ж. Л. Григорьева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 9. – С. 19; 24.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КАРКАСНО-ЗАСЫПНОМ ФИЛЬТРЕ

*Р. В. Потоловский, П. Ф. Юрин, Е. С. Никитин
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)*

В связи с крайне неблагоприятной экологической ситуацией все большее значение приобретают водно-дисперсионные лакокрасочные материалы (ВД-ЛКМ) [1]. С ростом производства ВД-ЛКМ для теплоизоляционных целей растет и проблема по утилизации сточных вод образующихся в результате технологического процесса (мойка оборудования, мойка возвратной тары и т. д.). Сточные воды (СВ) производства ВД-ЛКМ для теплоизоляционных целей представляют собой многокомпонентную систему, содержащую в своем составе связующие, наполнители (мел, алюмосиликатные микросферы) , а так же другие вещества в количествах, требующих очистки. В рассматриваемых производственных СВ все вещества с теплоизоляционными свойствами- находятся во взвешенном состоянии, что облегчает их извлечение [1]. Применение очистки СВ производства ВД-ЛКМ с целью повторного использования очищенной воды ,а также извлечению ценных компонентов, является наиболее рациональным решением проблемы предотвращения загрязнения окружающей среды и является экономически целесообразным.

Распространенным методом очистки сточных вод от взвешенных веществ является фильтрование [2]. В качестве фильтрующих материалов применяют кварцевый песок крупных фракций, гравий, антрацит, керамзит и т. д.

В научно-исследовательской лаборатории кафедры «Водоснабжение и водоотведение» была собрана установка каркасно-засыпного фильтра из оргстекла, на которой были проведены эксперименты по задержанию взвешенных веществ-компонентов ВД-ЛКМ.

На установке КЗФ были проведены исследования и получены оптимальные параметры: крупность фракции гравия 40–60 мм, высота крупнозернистого слоя – 0,85 м, высота смешанного слоя 0,5 м.

Так же были проведены исследования по определению оптимальной фракции песчаной загрузки. Для этого были использованы Волгоградский кварцевый песок и дробленый керамзит, характеристики, которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики фильтрующих материалов, используемых для засыпки в установках КЗФ

Наименование фильтрующего материала	Фракционные показатели			Показатели механической прочности		Пористость, %
	Крупность зерен песка, d , мм	$d_{экв}$, мм	$d_{ср}$, мм	Измельчаемость, %	Истираемость, %	
Волгоградский кварцевый песок	0,63–1,00	0,59	0,80	0,24	0,3	37,5
	1,00–1,25	0,96	1,17			
	1,25–1,60	1,13	1,31			
Дробленый керамзит	0,80–1,25	0,86	1,02	0,25	0,35	43,1–43,6

Результаты исследования по задержанию взвешенных веществ при скорости подачи сточной воды на установку КЗФ 10 и 15 м/ч и продолжительности фильтроцикла 8 часов приведены в табл. 2.

Анализ данных по эффективности задержания взвешенных веществ позволяет сделать выбор в пользу Волгоградского кварцевого песка крупностью фракции 0,63–1,00 мм (табл. 2). Средний показатель по задержанию взвешенных веществ рассматриваемых СВ составляет 83,9 %, а при использовании дробленого керамзита крупностью фракции 0,8–1,25 мм – 80,6 %.

Таблица 2

Влияние крупности фракции песчаной загрузки
на эффективность работы КЗФ

Скорость фильтрации V , м/час	Средняя концентрация взвешенных веществ в исходной сточной воде Co в фильтрате, г/л		Средняя эффективность снижения взвешенных веществ, %
	Кварцевый песок диаметром 0,63–1,00 мм.		
15	23,0 /3,0		85,7
10	20,0 /3,0		84,8
Кварцевый песок диаметром 1,00–1,25 мм.			
15	18,0 /3,0		83,7
10	22,0 /4,0		82,8
Кварцевый песок диаметром 1,25–1,60 мм.			
15	20,0 /4,0		80,0
10	20,0 /4,0		80,0
Дробленый керамзит диаметром 0,80–1,25 мм.			
15	21,0 /4,0		81,7
10	20,0 /4,0		80,0
Дробленый керамзит диаметром 1,25–1,60 мм.			
15	19,0 /4,0		79,7
10	18,0 /4,0		77,8

Так как при использовании дробленого керамзита крупностью фракции 0,80–1,25 мм обеспечивается довольно высокая эффективность по задержанию взвешенных веществ при исходной концентрации около 20 г/л (табл. 2), то также были проведены исследования по задержанию взвешенных веществ при крайних концентрациях со скоростями фильтрации 8, 10 и 15 м/час. В этой серии продолжительность фильтрации была постоянной и равнялась 8 часам, что позволило выявить оптимальную скорость. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Таблица 3

Эффективность работы установки КЗФ по задержанию
взвешенных веществ при применении дробленого керамзита

V , м/ч	Средние показатели взвешенных веществ для сточных вод					
	в исходной сточной воде, г/л	в фильтрате, г/л	эффективность, %	в исходной сточной воде, г/л	в фильтрате, г/л	эффективность, %
8	42,0	13,0	69,0	19,0	4,0	79,0
10	42,0	12,0	71,4	20,0	4,0	80,0
15	42,0	12,0	71,4	18,0	4,0	77,8
8	30,0	8,0	73,3	15,0	3,0	80,0
10	30,0	7,0	76,7	16,0	3,0	81,3
15	32,0	8,0	75,0	15,0	3,0	80,0

Результаты анализов по задержанию взвешенных веществ СВ производства ВД-ЛКМ при максимальной исходной концентрации 42 г/л (табл. 3) показали, что средняя эффективность равна 70,6 %, а при минимальной исходной концентрации 15 г/л – средняя эффективность равнялась 80,4 %.

Как видим, применение дробленого керамзита обеспечивает довольно высокую эффективность по задержанию взвешенных веществ при его крайних исходных концентрациях. Поэтому, учитывая также и дефицитность фильтрующего материала кварцевого песка Волгоградского карьера, дробленый керамзит тоже можно рекомендовать для очистки сточных вод содержащих компоненты ВД-ЛКМ.

Затем на установке КЗФ с засыпкой Волгоградского кварцевого песка были проведены исследования по задержанию взвешенных веществ СВ двух типов. Различие двух образцов СВ состоит в изменении рецептуры ВД-ЛКМ (введен наполнитель-алюмосиликатные микросферы вместо мела). Были исследованы СВ различной исходной концентрации и скорости фильтрации. Данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Эффективность работы установки КЗФ
при применении Волгоградского кварцевого песка

Скорость фильтрации <i>V</i> , м/ч	Задержание взвешенных веществ на установке КЗФ					
	Для сточных вод первого типа			Для сточных вод второго типа		
	При концентрациях		Эффективность, %	При концентрациях		Эффективность, %
	в исходной сточной воде, г/л	в фильтрате, г/л		в исходной сточной воде, г/л	в фильтрате, г/л	
8	42,0	12,0	71,4	27,0	5,0	81,5
10	42,0	11,0	73,8	28,0	5,0	82,1
15	42,0	11,0	73,8	31,0	6,0	80,7
8	33,0	7,0	79,0	20,0	3,0	85,0
10	30,0	6,0	80,0	20,0	3,0	85,0
15	30,0	6,0	80,0	20,0	3,0	85,0
8	18,0	3,0	83,5	15,0	2,0	86,7
10	20,0	3,0	85,0	15,0	2,0	86,7
15	20,0	3,0	85,0	15,0	2,0	86,7

Анализ результатов, приведенных в таблицах 3 и 4, показывает, что с уменьшением исходной концентрации взвешенных веществ, неуклонно повышается эффективность их задержания. Также намечается тенденция более эффективной задержки взвешенных веществ стока второго типа по сравнению со сточными водами первого типа. Видимо, это объясняется спецификой преобладающего в стоке второго типа другого наполнителя (алюмосиликатные микросферы).

Согласно изображенным на рис. 1 графикам, а также данным, приведенных в таблицах 2–4, можно сказать, что более стабильная и высокая эффективность по задержанию взвешенных веществ на КЗФ для сточных вод содержащих компоненты ВД-ЛКМ обеспечивается при скорости фильтрации 10 м/час.

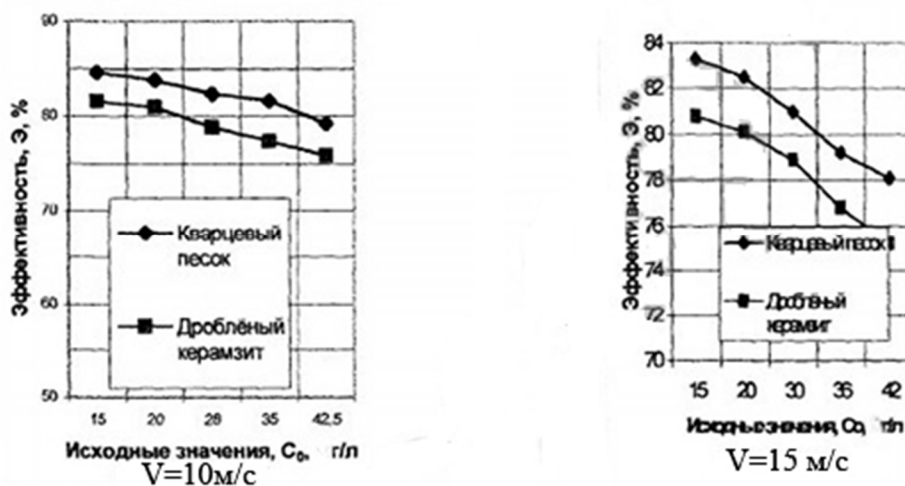


Рис. 1. Влияние скорости фильтрации на эффективность задержания взвешенных веществ

Далее проводили опыты для выявления продолжительности фильтроциклов при средних и максимальных исходных концентрациях взвешенных веществ сточных вод производства ВД-ЛКМ.

Следует отметить, что продолжительности фильтроциклов для каждой серии опытов принимались постоянными (8, 10 и 15 часов) и способствовали выявлению других конструктивных и технологических параметров.

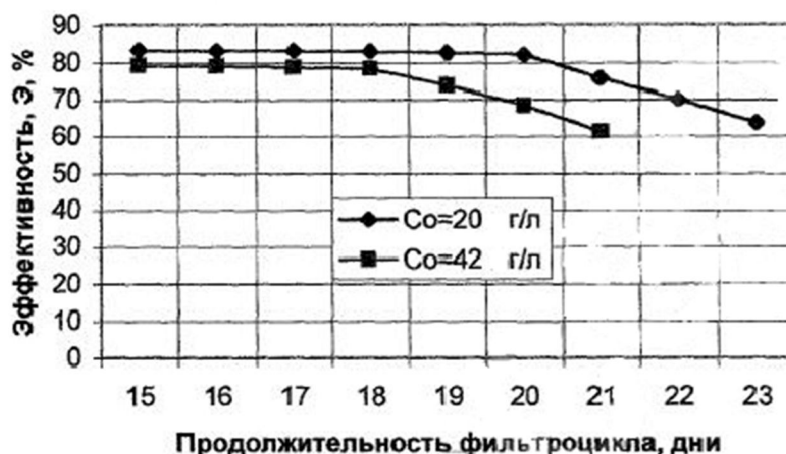


Рис. 2. Взаимосвязь продолжительности и эффективности задержания взвешенных частиц

Результаты исследований при постоянной скорости подачи сточных вод $V = 10$ м/ч согласно разработанной программе аппроксимируются соответствующими уравнениями, кривые которых совместно с кривыми эмпирических данных приведены на рис. 2. Взаимосвязь продолжительности и средней эффективности задержание взвешенных веществ представлена рядом с графиком в табличной форме, где в качестве аргумента (X) принималось время (час), а в качестве функции (Y) – эффективность (%).

Из приведенных на рис. 1 характерных кривых можно сказать, что при средних концентрациях взвешенных веществ продолжительность фильтроцикла для СВ содержащих компоненты ВД-ЛКМ принимается 19–20 часов, а при максимальных исходных концентрациях – продолжительность межрегенерационного периода уменьшается до 18 часов. При работе КЗФ дольше указанной продолжительности фильтроцикла, намечалось резкое снижение задержание взвешенных веществ.

Таким образом, анализ полученных данных по эффективности задержания взвешенных веществ, при исходных его значениях порядка 20 г/л для сточных вод содержащих компоненты ВД-ЛКМ позволяет сделать выбор в пользу Волгоградского кварцевого песка крупностью фракции 0,63–1,00 мм. Средний показатель по задержанию взвешенных веществ в этом случае составляет 83,8 %, а при фракции 1,00–1,25 мм – 82,2 %. Однако, учитывая дефицитность фильтрующего материала – кварцевого песка Волгоградского карьера, дробленый керамзит можно рекомендовать для очистки сточных вод содержащих компоненты ВД-ЛКМ на КЗФ.

Литература

1. Казакова, Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. – М. : ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – С. 136: табл. 44, ил. 54.
2. Яковлев, С. В. Канализация : учеб. для вузов по специальности «Водоснабжение и канализация» / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин. – М. : Стройиздат, 1976. – 632 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ ДЛЯ РЕНОВАЦИИ ВОДООТВОДЯЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ

*А. А. Болеев, Ю. С. Лазарев, А. В. Абрамов
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)*

До недавнего времени наибольшее распространение в качестве защитных оболочек трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения имели цементно-песчаные растворы.

С целью повышения технологических качеств цементно-песчаных растворов в них стали вводиться полимерные пластификаторы [1, 2]. Это в дальнейшем привело к созданию полимербетонных труб.

Одним из путей интенсификации методов восстановления трубопроводов является широкое использование полимерных материалов. В мировой практике широкое применение нашли тонкостенные оболочки (чулки) Insituform, которые изготавливаются из кислотоупорного полиэфирного волокна, пропитанного смолой. Широко применяются чулки из комбинированных материалов (например, тканевых пропитанных смолой, реактопластов, термопластов, профилированных лент из ПВХ и других) [3].

При ремонте коллекторов без доступа людей используются складывающиеся и распрямляющиеся полимерные обделки, например Nu Pipe U или C-образной формы. В таком виде они размещаются в дефектном трубопроводе и затем распрямляются под воздействием пара. Обновление коллекторов больших диаметров производят с помощью сборных элементов из стеклопластиков, поливинилхлорида, полиолефинов (ПЭ и ПП).

В последние годы успел себя зарекомендовать полиэтилен, как материал, который устойчив к большинству химических веществ и может успешно применяться для обновления коммунальных и технологических трубопроводов [4].

По отзывам зарубежных специалистов, например, широко применяемые полиэтиленовые трубы РЕН являются идеальными для бестраншейной реконструкции, особенно при реализации бестраншейного метода «труба в трубе» [5]. Полиэтиленовые трубные плети при реконструкции водоотводящих сетей используются также в бестраншейном методе Swagelining для ремонта трубопроводов диаметром до 500 мм.

При восстановлении безнапорных трубопроводов используют трубы из полиэтилена РЕ-80 и РЕ-100. Трубы соединяются сваркой встык (при минимальной толщине стенок до 4 мм) или электроимпульсным методом (при любой толщине стенок) в одну длинную нитку.

Голландской фирмой WAWIN для бестраншейной реконструкции безнапорных трубопроводов применяются трубы из ПНД с толщиной стенки не менее 5 мм. В Финляндии широко применяется трубчатая конструкция Флексорен диаметром до 250 мм, специально разработанная для самотечных сетей [6].

Стандартные полиэтиленовые трубы РЕ-80 и РЕ-100 средней (MDPE) и высокой (HDPE) плотности, а также типа РЕ-Х используются для бестраншейной реабилитации в ряде стран Европы (метод UPEX, совместная разработка финской фирмы Uponor Ltd и английской компании BG Pic) с показателем SDR (отношение наружного диаметра к толщине стенки) 11–47. Необходимо отметить, что при реновации самотечных сетей, если целью работ является обеспечение герметичности и не требуется

структурного восстановления ветхих труб, целесообразно полиэтиленовые трубы с более высоким SDR.

Практика проведения восстановительных работ на водоотводящих сетях г. Волгограда показывает перспективность применения пластикового рукава отечественного производства, а также пластмассовых труб, которые давно освоены отечественной промышленностью и успешно применяются при бестраншейной реновации как напорных, так и безнапорных трубопроводов [7].

Производство пластмассовых труб интенсивно развивается во всем мире [8]. Отечественной промышленностью производятся трубы двух групп полимеров: из реактопластов (стеклопластиковые и базальтопластиковые) и из термопластов (полиолефины: полипропилен – ПП, полиэтилен – ПЭ высокого ПВД и низкого ПНД давления и непластифицированный поливинил хлорид НПВХ). В последнее время из полиэтилена стали производиться ротационным формованием канализационные и водосточные смотровые колодцы.

Для устройства подземных водоотводящих сетей используются в основном трубы из термопластов. Широкое применение этих труб для устройства трубопроводов различного назначения объясняется тем, что 90 % всех используемых трубопроводных систем предназначены для эксплуатации при нормальных давлениях (до 1 МПа) и средних температурах.

Максимальная температура при эксплуатации труб из ПНД (ГОСТ 18599, диаметр от 10 до 1200 мм) и ПВХ (ТУ 6.19.231, диаметр от 10 до 315 мм) составляет 50–60 °С. При эксплуатации труб из ПП (ТУ 38.102.100, диаметр от 20 до 225 мм) она больше на 10–15 °С.

Наряду с указанными за рубежом в промышленных масштабах изготавливаются трубы повышенной теплостойкости из полибутена -ПБ, модифицированного полиэтилена -СПЭ, дополнительно хлорированного поливинилхлорида -ПВХ-Х и фторосодержащих полимеров, например, из поливинилиденфторида (ПВДФ). Такие трубы могут использоваться для транспортирования среды при температуре 80–90 °С, а трубы из ПВДФ и при 140 °С

В России термостойкие трубы производятся в ограниченных количествах, они значительно дороже и используются только в исключительных случаях. Промежуточное значение по температуре использования (60–80 °С) занимают трубы из стеклопластиков.

Согласно «Своду правил по проектированию и монтажу подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб СП 40-105-2001», не исключается возможность использования таких труб и для бестраншейной замены ветхих трубопроводов. Одним из многочисленных достоинств пластмассовых труб является высокая надежность их соединений. Соединение труб из ПВХ выполняется на раструбах с уплотнением резиновыми

кольцами, а также склеиванием. Недостатком соединений с кольцами является их неспособность воспринимать осевые нагрузки.

Основным способом соединения труб из полиолефинов является контактная сварка встык или использование клеевых соединений. Не исключается также применение раструбных соединений с резиновыми уплотнительными кольцами [8], а также замковых и резьбовых соединений.

Таким образом, использование различных видов пластмассовых труб для реновации водоотводящих трубопроводов является очень актуальным и перспективным направлением развития коммунального хозяйства.

Литература

1. Патуроев, В. В. Технология полимербетонов / В. В. Патуроев. – М. : Стройиздат, 1977. – 240 с.
2. Сеницын, М. И. Реконструкция, восстановление систем водоснабжения / М. И. Сеницын, А. А. Отставнов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1984. – № 4. – С. 3–5.
3. Ширяев, М. В. Восстановление канализационных трубопроводов полимерными рукавами / М. В. Ширяев // РОБТ. – 2000. – № 7. – С. 20–21.
4. Ромейко, В. С. Справочные материалы. Пластмассовые трубы в строительстве, часть 2. Строительство, эксплуатация и ремонт трубопроводов / В. С. Ромейко, А. Н. Шестопад, В. Е. Бухин и др. – 1997. – 188 с.
5. Прокладка полиэтиленовых труб в старых трубопроводах // Материалы фирмы WAWIN, 1998. – С. 17.
6. Гумен, С. Г. Санирование канализационных трубопроводов / С. Г. Гумен, М. Б. Лившиц, А. В. Благодоров // Водоснабжение и санитарная техника. – 1999. – № 10. – С. 9.
7. Ромейко, В. С. Пластмассовые трубы и современные технологии для строительства и ремонта трубопроводов / В. С. Ромейко, В. Е. Бухин и др. – М. : ВНИИМП, 1998. – 127 с.
8. Перешивкин, А. К. Монтаж напорных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях / А. К. Перешивкин и др. – Киев : Стройиздат, 1979. – 93 с.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*Л. З. Перфильева, Ю. Ю. Юрьев, Е. В. Москвичева
Волгоградский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Волгоград (Россия)*

Электрохимическая очистка фильтрационных вод (ФВ) проводилась с целью интенсификации и повышения качества биологической очистки.

На основании предварительно проведенных исследований по изучению влияния состава ФВ на процесс вспухания активного ила (АИ) установлено, что причиной вспухания АИ является интенсивное размножение нитчатых микроорганизмов, которое может быть вызвано не только высокими нагрузками на АИ, наличием токсикантов, не сбалансированным содержанием биогенных веществ, а прежде всего, из-за наличия в фильтрате ионов ряда переходных металлов, которые находятся в растворе в виде средних солей или комплексных соединений константа нестойкости которых очень низка, поэтому анализ позволяет обнаружить ионы вне комплексного иона. При изучении влияния концентрации переходных металлов установлено, именно они выполняют функцию катализаторов, инициируют размножение нитчатых микроорганизмов и, как следствие – вызывают вспухание активного ила.

Сущность метода электрохимической деструкции заключается в обработке сточной жидкости в аппарате с нерастворимыми в условиях анодной поляризации электродами. Для успешного осуществления электролиза необходима определенная электропроводность, соответствующий подбор анодного материала и определенные режимные параметры обработки. Глубина минерализации органических загрязнений при этом определяется как электродными редокс-процессами (катодное восстановление и анодное окисление), так и объемными реакциями под воздействием продуктов электролиза. Остановимся более подробно на вкладе каждого из указанных факторов.

Реакции электровосстановления органических веществ в водных средах связаны с механизмом выделения водорода на электроде и поэтому говорят о различных по своей природе восстанавливающих агентах: электронах, ионах или атомах водорода. Часто в электрохимической реакции на катоде участвуют непосредственно молекулы органического вещества, превращаясь в органические анионы $R + \bar{e} \rightarrow R^-$. При этом последующей стадией процесса является нейтрализация аниона с образованием продукта гидратирования $R^- + H^+ + \bar{e} \rightarrow RH$. Возможно также одновременное участие в разряде иона водорода и молекулы органического вещества $R + H^+ + \bar{e} \rightarrow RH$. При высоком потенциале катода могут образовываться в качестве промежуточных продуктов реакции свободные радикалы, способствующие высокой реакционной активности органических соединений.

На ход процесса восстановления влияет характер заместителя (электроотрицательные и электроположительные группы) и его положение в восстанавливаемой молекуле, материал катода, условия электролиза и, особенно, состав раствора.

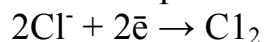
Однако катодные процессы восстановления вносят существенный вклад в конечный результат очистки от соединений, содержащих нитро- и аминогруппы. Образующиеся в качестве продуктов восстановления на ка-

тоде аминсоединения легко окисляются затем в объеме обрабатываемой жидкости генерируемыми на аноде окислителями.

Процессы электроокисления протекают значительно труднее, нежели катодные процессы электровосстановления. При электроокислении органических соединений необходимо учитывать влияние самых разнообразных факторов, в том числе энергетическую неоднородность анода. В ряде случаев окисление может протекать по электронному механизму, т. е. органическое вещество, адсорбируясь на аноде, отдает электроны с одновременной или предшествующей дегидратацией.

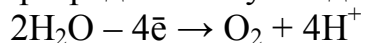
Возможны также анодные реакции постадийного превращения более сложных ароматических соединений до относительно простых остаточных продуктов, например окисление фенантрена.

В большинстве случаев анодные процессы окисления способствуют некоторой дестабилизации, т. е. потере химической устойчивости органических веществ, что значительно облегчает протекание объемных процессов под воздействием продуктов электролиза. Так, процесс электрохимической деструкции органических загрязнений значительно интенсифицируется при наличии в обрабатываемом стоке ионов Cl^- вследствие образования при электролизе активного хлора, содержащего хлор и продукты его гидролиза, являющиеся сильными окислителями. Типичными процессами на нерастворимых анодах в водных растворах хлоридов являются сопряженные процессы окисления ионов хлора

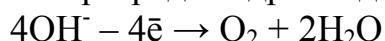


и выделения кислорода:

в кислых растворах за счет разряда молекул воды



в щелочных растворах за счет разряда гидроксид-ионов



Уравнения (5.8) и (5.9) отображают лишь в общей суммарной форме процесс выделения кислорода. На самом же деле он протекает более сложно, так как вне зависимости от рН в реакции принимают участие $4\bar{e}$, что приводит к появлению нескольких электрохимических стадий, каждая из которых может быть замедленной и лимитирующей скоростью всего процесса.

Предложены различные схемы выделения кислорода через стадии образования оксидов на поверхности электродов, радикалов $\text{OH}\cdot$, атомарного кислорода и др. Однако ни одна из них не может полностью объяснить закономерностей протекания электрохимического выделения кислорода в зависимости от различных факторов.

Как известно, выделение газообразного кислорода из растворов кислот происходит при потенциале анода более положительном, чем равновесный потенциал кислородного электрода (+1,23 В), на значение кислородного перенапряжения при данной плотности тока. Однако это справед-

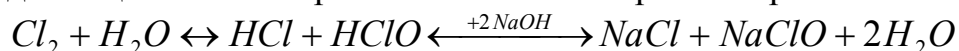
ливо лишь для ряда металлов (Pt, Pd, Au) и оксидных электродов, стойких в растворах кислот в условиях анодной поляризации. Для большинства других металлов вместо выделения кислорода происходит их анодное растворение или окисление (пассивация). В щелочных растворах могут быть применены, например, Fe, Ni, Cd вследствие того, что равновесный потенциал кислорода у них менее положителен (+0,401 В). Таким образом, многообразие форм и путей протекания реакции выделения кислорода затрудняет выявление закономерностей электрохимического процесса окисления органических соединений.

При электролизе хлоридных растворов, как уже указано, наряду с реакциями выделения кислорода, возможно протекание реакции выделения хлора (5.7), стандартный потенциал которой (+1,359 В) более положителен, чем реакций выделения кислорода. Исходя из этого, казалось бы, что основным процессом при электролизе должно быть выделение кислорода, но вследствие высокого кислородного перенапряжения на многих металлах в основном происходит выделение хлора.

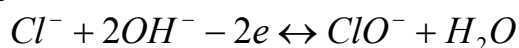
Относительные скорости выделения кислорода и хлора существенным образом зависят от материала анода, рН электролита, концентрации ионов Cl^- и температуры. Для практических целей важно, чтобы выделение хлора происходило с минимальным перенапряжением, а кислорода – с наибольшим.

Особенностью электрохимической очистки ФВ с использованием нерастворимых анодов является относительно низкая концентрация ионов Cl^- в растворе и, как следствие, конкурирующие процессы выделения хлора и кислорода.

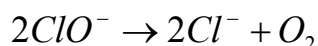
При электролизе низкоконцентрированных растворов поваренной соли выделяющийся на аноде хлор растеряется в электролите с образованием соляной и хлорноватистой кислот, причем последняя реагирует с прикатодной щелочью с образованием гипохлорита натрия:



Однако образование гипохлорита может протекать и по электрохимическому механизму:



По мере накопления в растворе ClO^- становится вероятным их каталитическое восстановление на катоде



или разряд на аноде



Образование хлоратов возможно и в результате химического взаимодействия $HClO$ и ее солей при повышенной температуре и подкислении:



Хлораты в обычных условиях не обладают окислительным действием и, являясь побочным продуктом, увеличивают энергозатраты. Компоненты же активного хлора обладают особенно большим запасом химической энергии в момент их образования и служат сильными окислителями в соотношениях, определяющихся условиями процесса и, в первую очередь, активной реакцией среды.

Таким образом, при электролизе в присутствии ионов Cl^- находящиеся в ФВ органические загрязнения разрушаются как вследствие непосредственных электрохимических редокс-процессов на электродах, так и из-за проходящего в объеме обрабатываемого раствора химического окисления активным хлором и кислородом.

Литература

1. Экологическая биотехнология / под ред. К. Ф. Фостера. – Л. : Химия, 1990. – 383 с.
2. Потапов, П. А. Оптимизация методов очистки фильтрата полигонов ТБО в целях улучшения экологической ситуации в регионе / П. А. Потапов, Ю. В. Воронов // Проблемы управления качеством городской среды : VI Межд. научно-практ. конф. – М., 2001.
3. Торочешников, Н. С. Техника защиты окружающей среды / Н. С. Торочешников, А. И. Родионов и др. – М. : Химия, 1990. – 670 с.
4. Проскураков, А. Ф. Методы обезвреживания свалочных грунтов, фильтрата, биогаза. Обзорная информация / А. Ф. Проскураков // Институт экономики жилищно-коммунального хозяйства. – М., 1993.

О СТАНОВЛЕНИИ ГОРОДСКОЙ КУЛЬТУРЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И РЕЧНЫХ ПУТЯХ РЕГИОНА

Н. В. Дулина, И. Н. Наумов

*Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград (Россия)*

Нижнее Поволжье – это регион с единой экосистемой или природно-хозяйственной областью (т. е. участком биосферы, в пределах которого сохраняется один тип микроклимата, почвы, растительного покрова, населения, животных и микроорганизмов и совершается однотипный биологический круговорот веществ) [3, с. 17–18; 8, с. 48–54, 200; 11, с. 48–53]. В данной связи вполне оправдан исследовательский интерес к проблеме формирования городской культуры в пределах одного региона и развития городов в Нижнем Поволжье.

Анализ научных публикаций (по истории, культурологии, археологии и т. д.) показывает, что древнейшим в Нижнем Поволжье крупным средневековым городским поселением была последняя столица Хазарского каганата Итиль (Ати(е)ль). Предположительным местом его расположения явля-

ется Самосдельское городище, находящееся в 43 км ниже Астрахани (нижний культурный горизонт VIII–X вв.). Средние слои памятника связывают с торговым городом Саксин предмонгольского времени (XI–XII вв.), а его верхний горизонт одни исследователи связывают с ордынским городом Суммеркент, другие же – с продолжавшим существовать в XIII–XIV вв. городом Саксином.

До золотоордынских ханов в степном Поволжье были слабые традиции оседлости, очень мало поселений. Но вскоре, особенно в связи с исламизацией Орды при хане Узбеке (1312–1342 гг.) резко возрос их интерес к городской жизни, организации крупных ремесленных мастерских, участия в деятельности крупнейших торговых компаний и т. д. Градостроительство в то время достигло большого размаха, причем нельзя не заметить, что шло оно в основном по берегам рек. История свидетельствует – за короткий срок по берегам Волги было построено несколько десятков больших и малых городов.

Наиболее крупными городищами и селищами, некогда процветавшими на берегах Волги (площадью более 7 га), являющиеся остатками золотоордынских городов (из них 4 – площадью более 2 кв. км), являются:

- *Селитренное городище* (г. Сарай (Сарай-аль-Махруса – «Дворец Богохранимый», тюрк.) или Сарай-Бату, существовавший с начала 1250-х гг. до конца XV в.) в Харабалинском районе Астраханской области, бывшее первой столицей Золотой Орды;

- *городище Шареный бугор* (г. Хаджи-Тархан (Старая Астрахань)) на северной окраине Астрахани;

- *Царевское городище* на левом берегу реки Ахтубы (предположительно г. Сарай-Берке или Сарай-аль-Джедид («Новый Сарай») – вторая (?) столица Золотой Орды; современные исследователи, подвергая сомнению существование двух ордынских столиц, предполагают, что, возможно, этот город имел другое название – Гюлистан (в пер. с тюрк. – «страна (сад) цветов (роз)») и поселение у села Колобовка в Ленинском районе Волгоградской области;

- *Водянское городище* (на берегу Волгоградского водохранилища в 2 км к северу от г. Дубовка, заметим, что некоторые исследователи ассоциируют его с татарским г. Бельджамен);

- *Мечетное городище* (на территории северного микрорайона Волгограда Спартановки, отождествляется с городом Тартанлы);

- *Увекское городище* на южной окраине Саратова (г. Увек) и *селища* в его округе – *Хмелевка I, Шумейка и Советское*.

В этих городах в середине XIV в. существовало развитое ремесленное производство (косторезное, керамическое, стеклодельное, бронзолитейное, ювелирное и др.). Оно находилось на «мануфактурной» стадии. Это было поточное производство, например, керамики, с разделением труда между участниками ее изготовления, но без применения машин (так

называемая, восточная «кархана», где был объединен труд нескольких десятков ремесленников, возможно, рабов).

Междоусобица в Золотой Орде и разрушительные походы Тимура во второй половине – конце XIV в. привели к упадку городской жизни в регионе. После распада Золотой Орды в степном левобережье Волги кочевали татары Ногайской Орды, а в Волго-Ахтубинской пойме в 1456 г. возникло Астраханское ханство, просуществовавшее почти столетие. В результате походов русских войск 1554 и 1556 гг. оно было ликвидировано и вошло в состав России.

Во второй половине XVI в. здесь начинается новый этап развития городской культуры, связанный с освоением края русскими поселенцами. И вновь Волга связала воедино развивающиеся форпосты восточных пределов тогдашней России.

В 1558 г. Астрахань была перенесена ниже на другой, левый берег Волги, в 12 км от прежнего места, чтобы было легче обороняться от беспокойных соседей. В 1582–1589 гг. по приказу Ивана IV там был построен русский каменный Кремль.

В 1589 г. на месте Переволоки, где Волга наиболее близко сходилась с Доном, на Царицынском острове была построена деревянная крепость, ставшая основой будущего города. В смутное время начала XVII в. она была сожжена.

К 1615 г. в связи с небоеспособностью островной крепости во время разливов, она была вновь построена на высоком правом берегу Волги, пересеченном глубокими оврагами, бывшими естественными преградами от набегов кочевников. Отсюда открывался хороший обзор степи и Волги.

Вокруг этой крепости и был отстроен город Царицын, который в 1925 г. был переименован в Сталинград, а в 1961 году – Волгоград.

В 1590 г. как сторожевая крепость для охраны южных границ России был основан город Саратов.

Развитие всех этих городов, как впрочем и многих других городов Нижнего Поволжья, было обеспечено привязанностью к Волге, которая на протяжении многих веков была их основной связующей транспортной артерией.

Применительно к Волгограду заметим, что реализация градостроительных экспериментов в советское время современному его состоянию только добавила серьезнейших проблем, которые требуют незамедлительного решения. Так, например, в свое время применительно к Волгограду была разработана функционально-поточная схема расселения и развития. Функционально-поточная схема была предложена в проекте Н. А. Милютина «Соцгород. Функционально-поточная система. Поселок в Сталинграде» (1930 г.) [1, с. 303]. Справедливости ради, надо отметить, что в оригинальном проекте Н. А. Милютина предлагалась иная, чем оказалось в реальной жизни, схема «заселения города». План выглядел так: вдоль Волги – парковая зона, затем – жилая зона, разделительная граница –

шоссе, а затем зеленая зона, за которой – производственная зона, и граница города – железнодорожные пути.

Понятно, что обращение к Сталинграду, как строительной площадке городов будущего, вовсе не является случайным. Следует, видимо, напомнить, что возросший интерес исследователей всех направлений к Сталинграду в то время был обусловлен заметными успехами по развитию народного хозяйства (в 1924 г. город был награжден орденом Красного Знамени), а как следствие, изменением статуса города в социально-экономическом пространстве страны.

В 1920 г Царицын был утвержден центром Царицынской губернии. В 1923 г. в Царицыне с пригородами проживало 113815 человек [7, с. 131]. «Хозяйственная деятельность в торгово-промышленном Царицыне была ключом. Здесь прощупывался пульс экономической жизни всего Поволжья» [2, с. 237]. Внимание всей страны к Царицыну, к его успехам, достижениям по организации нового социалистического хозяйства способствовало решению об изменении имени города в соответствии с новыми идеологическими установками. С 10 апреля 1925 г. постановлением Президиума ЦИК СССР город получил свое новое имя – Сталинград [7, с. 132]. Не подлежит сомнению, что город, носящий имя Сталина, должен быть идеальным городом во всех отношениях. События разворачивались стремительно. Например, в апреле 1932 г. тракторный завод (СТЗ) рапортовал: «Проектная мощность завода освоена!», уже в мае правительство наградило СТЗ орденом Ленина, и в этом же году город стал административным центром Нижне-Волжского края, «потеснив» старый губернский центр – Саратов.

По переписи 1939 г. в Сталинграде проживало уже 445,5 тысяч человек [7, с. 176]. Город явно был на подъеме, а потому привлекал внимание как полигон для социальных экспериментов, в том числе и градостроительных, являвшихся воплощением основных социальных идей своего времени. Город будущего – Сталинград – виделся как состоящий из пяти соцгородов: Металлогород (район заводов), Центрогород (административный центр), Лесогород (район лесоперерабатывающей промышленности), Энергогород (район СталГРЭС) и Город транспортников (район судоверфи), каждый из которых – жилой комбинат, состоящий из корпусов с ячейками для жилья. Самые смелые революционные градостроительные идеи, отражающие программу социального переустройства общественной жизни, находили свое воплощение в Сталинграде. Взамен традиционных доходных домов, казарм или отдельных жилых зданий проектировались жилые комбинаты, состоящие из домов-коммун с комплексным обслуживанием объектами соцкультбыта.

Практически полное разрушение города во время Второй мировой войны обеспечило возможность внедрения системы комплексных соцгородов и функционально-поточной схемы в жизнь фактически в чистом виде. Основные положения данной схемы заключаются в следующем [10, с. 291–293]:

1. На каждом этапе строительства город должен быть достаточно законченным и удобным для организации производства и жизни населения.

2. В качестве основного структурного звена города предлагалось рассматривать «комбинированный район», в пределах которого должны удовлетворяться основные потребности жителей: труд, жилище, бытовое обслуживание и отдых.

3. В процессе роста города он из одноцентрового должен постепенно превращаться в многоцентровый, что должно находить отражение в его планировочной структуре.

Функционально-поточная система, по замыслу автора, должна была обеспечить городу динамизм, постоянное изменение, омоложение города и новизну города и его элементов. Реализованная на практике функционально-поточная система зонирования Волгограда, обусловила ряд актуальнейших для него ныне проблемы. Назовем лишь три из них:

1. Поскольку приоритет при планировке был отдан оптимальному размещению производительных сил и экономической целесообразности, жилые микрорайоны города оказались отрезанными от водной артерии (Волги) почти непрерывной линией промышленных производств с очевидными экологическими последствиями. По этой же причине (стремление к размещению предприятий у источника воды) город оказался растянутым вдоль Волги почти на 100 км. Город как бы отвернулся от реки, на которой стоит. Вместо престижных жилых кварталов по берегу реки множество заводов, а город «пошел» прочь от Волги.

2. Недооценка возможных потребностей населения фактически нивелировала потенциальные выгоды от функциональной автономности районов и вывела на первый план ее недостатки. Известно, что если человек затрачивает на трудовую поездку в одном направлении свыше получаса, то это отрицательно отражается на производительности труда, которая падает на два и более процента (цит. по: [5, с. 31]). Часть жителей окраинных районов вынуждены тратить на транспортные сообщения к месту работы (учебы) до четырех часов в день. В немалой степени такому положению вещей способствовал и экономический кризис последних лет, обусловивший затруднения с трудоустройством по месту жительства. Можно утверждать, что достаточно большая часть жителей города находится в состоянии постоянной «транспортной усталости», что не лучшим образом сказывается на формировании жизненного пространства города в целом.

3. Несмотря на то, что идея с несколькими городскими центрами не нашла воплощения, территориальная удаленность отдельных районов (например, южных – Красноармейского и Кировского) привела к их эволюционированию в некое подобие рабочих поселков, административно входящих в состав Волгограда, но живущих собственной жизнью. Не случайно, Красноармейский район города в обыденной разговорной речи называют просто Красноармейском, как называли бы любой отдельно стоящий город. Кроме того, по территории города проходит большое количе-

ство, столь любимых новыми урбанистами природных границ, правда, в большей части это глубочайшие овраги, один из которых определяет «самостоятельность» жизни такой локальной территории внутри Тракторозаводского района, как Спартановка.

Мы сознательно не продолжаем перечень проблем и примеров, однако, к сожалению, отмеченные выше тенденции приводят к неравномерному развитию городского пространства Волгограда, к «появлению» города фрагментарного, «осколочного», распадающегося на части. Не последнюю роль в этой «фрагментарности», по нашему мнению, играет и тот факт, что город «ушел» от своей реки.

В заключение заметим, что в результате научно-технической революции современная цивилизация получила невиданные ранее возможности во всех сферах жизни, в том числе в развитии транспортной системы. При этом, в своем стремлении ко всякого рода новациям, из ее поля зрения зачастую выпадают «хорошо забытые старые», но от этого и сегодня не менее эффективные пути и средства транспортных коммуникаций.

Хорошо известно, что древнейшими связующими дорогами России были реки, например путь «Из варяг – в греки» и др. Однако в современных городах Поволжья эти пути передвижения практически выпали из инфраструктуры городского транспорта. Так, в Волгограде, например, ставка сделана в основном на наземный автомобильный транспорт, с трудом справляющийся с «час-пиковыми» пассажироперевозками. «Притчей во языцех» стали «лихие» перегруженные опаздывающими на работу пассажирами (униженно упрашивающими взять их стоя!) маршрутки, регулярно попадающие в аварии (нередко с тяжкими последствиями).

Сегодня, даже при наличии электротранспорта, мегаполис постоянно задыхается в автомобильных пробках, стена о необходимости строительства третьей продольной автотрассы, все дальше отодвигаясь от берегов Волги, издревле связывавшей некогда процветавшие города региона.

При этом странным образом совершенно забыт некогда «*Великий Волжский*» водный путь. А ведь еще совсем недавно, в последней четверти XX в., ходили не только водные «трамвайчики» на противоположный берег Волги, но и быстроходные катера «Метеор», «Ракета», «Восход» и небоявшаяся мелководья «Заря», которые соединяли крайние (северный (Спартановка) и южный (Красноармейский)) районы города.

Парадокс современной ситуации состоит в том, что водный транспорт, еще недавно бывший одним из самым экономичных, скоростных, безопасных и, что не менее важно, экологически чистых, сегодня совершенно необоснованно (и это еще мягко сказано!) вычеркнут из инфраструктуры городских коммуникаций.

Конечно, радикально решить транспортную проблему миллионного города это не сможет, но совершенно очевидно, что частично (и значительно!) снизить пиковую утреннюю и вечернюю загрузки автодорог речному транспорту вполне по силам.

Литература

1. Атопов, В. И. [и др.]. Россия: стратегия прорыва. Синергетические идеи развития / В. И. Атопов, А. В. Антюфеев, Н. М. Галиярова, В. Н. Кабанов ; науч. ред. В. И. Атопов. – Волгоград : ГУ «Издатель», 2003. – 520 с.
2. Водолагин, М. А. Очерки истории Волгограда. 1589–1967 / М. А. Водолагин. – М. : Наука, 1968.
3. Долуханов, П. М. География каменного века / П. М. Долуханов. – М. : Наука, 1979. – 152 с.
4. История Волгоградской земли от древнейших времен до современности : учеб. пособие / А. С. Скрипкин, А. В. Луночкин, И. И. Курилла. – М. : Планета, 2011. – 224 с. – (Серия «Наш Волго-Донской край»).
5. Ларионов, А. Н. Актуальные проблемы развития жилищно-коммунальной сферы города Волгограда: отчет о социологическом исследовании «Волгоград – Жилище» / А. Н. Ларионов, В. Б. Усов, С. П. Федулов. – Волгоград : ВолГАСА, 2000. – 99 с.
6. Мамонтов, В. И. Далекое прошлое Волго-Донских степей (научно-популярная версия истории края от эпохи камня до раннего Царицына) / В. И. Мамонтов. – Волгоград : Принт, 2010. – 208 с. – (Серия «Историко-культурное наследие Волгоградской области»).
7. Мир и россияне в XX веке (Мир. Россия. Волгоград) : учебная книга по истории / под общ. ред. проф. Г. В. Орлова. – 2-е изд., доп. – Волгоград : Комитет по печати и информации, 1999. – 448 с.
8. Мордкович, В. Г. Степные экосистемы / В. Г. Мордкович. – Новосибирск : Наука, 1982. – 206 с.
9. Скрипкин, А. С. История Волгоградского края от каменного века до Золотой Орды / А. С. Скрипкин. – Волгоград : Издатель, 2008. – 208 с.
10. Социология в СССР : в 2 т. – М. : Мысль, 1966. – 511 с. – Т. 2.
11. Чибилев, А. А. Лик степи / А. А. Чибилев. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 192 с.

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМЫ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Л. В. Ларцева, А. А. Истелюева

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

И. А. Лисицкая

*Каспийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства, г. Астрахань (Россия)*

Антибиотикорезистентность условно-патогенной микрофлоры обусловлена высокой пластичностью к постоянно меняющимся условиям ее существования, особенно при многофакторном антропогенном прессе на гидроэкосистемы. Анализ литературных данных показал, что бактерии сем. Enterobacteriaceae, циркулирующие в этой экосистеме, обладают зна-

чительным потенциалом персистенции и постоянно пополняют список возбудителей инфекционных заболеваний людей [2, 8].

Кроме того, в настоящее время вследствие широкого использования антибиотиков в медицине, ветеринарии, аквакультуре в окружающей среде циркулируют микроорганизмы, устойчивые к химиопрепаратам. Процесс распространения антибиотикорезистентности бактерий является масштабным и нарастающим, что связано с природно-климатическими и антропогенными факторами, а также их быстрой эволюцией во времени. При этом, изменение антибиотикорезистентности штаммов бактерий носит закономерный характер: частота встречаемости штаммов, обладающих множественной резистентностью к антибиотикам, зависит от степени антропогенного загрязнения в экологически неблагоприятных районах [1, 3, 9, 10].

В связи с этим изучение антибиотикорезистентности энтеробактерий в дельте р. Волги является актуальной проблемой региона и может быть использовано в качестве маркеров санитарно-эпидемиологического неблагополучия водной среды и населяющих ее гидробионтов с целью осуществления контроля за качеством объектов окружающей среды.

Материалы и методы

Сбор материала проведен в дельте р. Волги с 1999 по 2010 г. в районах Главного и Белинских банков от 300 проб воды посезонно (май, август, октябрь), а также 300 проб, собранных в городских водотоках г. Астрахани (2007–2010 гг.).

Всего протестировано 360 штаммов бактерий сем. Enterobacteriaceae, выделенных из воды, монотипность которых контролировали путем микроскопирования окрашенных по Грамму мазков. Антибиотикорезистентность микроорганизмов определяли в соответствии с общепринятыми методами диффузии на мясо-пептонный агар (МПА) дисков с бензилпенициллином, ампицилином, цефазолином, эритромицином, стрептомицином, фурадонинном, тетрациклином, левомицетином и тобромицином [7]. Особое внимание уделяли диаметру зоны угнетения роста бактерий на МПА (рис. 1). Полирезистентными считали штаммы, устойчивые к четырем и более антибиотикам.

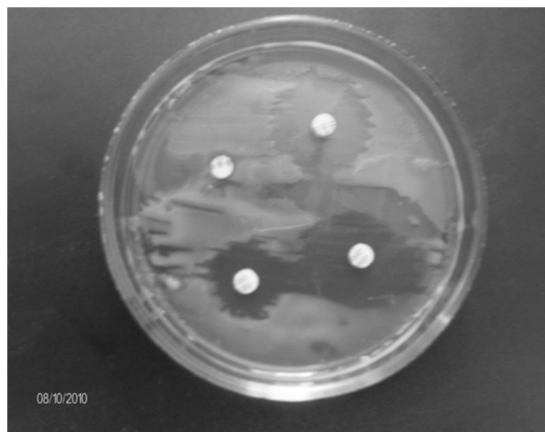


Рис. 1. Зоны угнетения роста бактерий при взаимодействии с антибиотиками на МПА

Статистическую обработку материалов осуществляли с использованием стандартов параметрического и непараметрического критериев, а также пакета компьютерного программирования Statistica for Windows. Значимые различия при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных многолетних мониторинговых исследований, показали, что в микробиоценозе гидроэкосистемы дельты р. Волги доминировали представители сем. Enterobacteriaceae. От всей выделенной в воде микрофлоры энтеробактерии в среднем составляли: в городских водотоках – $24,6 \pm 0,81$; в дельте – $28,9 \pm 0,47$ % проб. Ранее эти показатели были выше в 1,2 раза [4, 6], что было статистически достоверно ($P < 0,05$). По-видимому, это обусловлено абиотическими компонентами гидроэкосистемы, в частности, ее маловодностью и повышенными температурами в последние годы, а также влиянием на дельту стоков городских водоемов, значительно инцифицированных бактериями этого семейства [5]. В структуре этого семейства доминировали представители р.р. Citrobacter, Proteus и Enterobacter, составляя в воде $24,8 \pm 0,5$; $32,7 \pm 0,3$ и $20,0 \pm 0,5$ % проб, соответственно. Санитарно-значимые Escherichia coli и Salmonella sp. в исследуемом материале были зарегистрированы в среднем в $3,8 \pm 0,2$ и $3,0 \pm 0,6$ % случаев, что свидетельствует о продолжающемся антропогенном прессинге на исследуемую гидроэкосистему, где условно-патогенные бактерии превалировали над индикаторной.

Результаты проведенного анализа показали, что все исследуемые энтеробактерии выделенные из воды, проявляли минимальную устойчивость к тобролицину и левомицетину, а максимальную – к бензилпеницилину и ампицилину (рис. 2), причем во все анализируемые сезоны года. Монорезистентными оказались $3,8 \pm 0,8$ % протестированных штаммов, более трети штаммов бактерий были устойчивы к двум-четырем антибиотикам и значительную часть составляли полирезистентные штаммы $41,4 \pm 0,4$ %.

Сравнение фактического материала, собранного посезонно, позволило выявить определенные различия в устойчивости исследуемых энтеробактерий к испытуемым препаратам. У всех штаммов с высокой статистической достоверностью ($P < 0,05$) она была максимальной в мае, в период паводка, динамично снижаясь к октябрю. В среднем показатели антибиотикоустойчивости исследуемых штаммов снизились от весны к осени в 2,7 раза, следовательно, на этот фактор персистенции обусловлен средой обитания микроорганизмов. Обращают на себя внимание данные, по снижению процента антибиотикоустойчивых тестируемых штаммов от весны к осени при контакте с цефазолином, стрептомицином и фурадонинном в 2,5; 4,0 и 6,5 раз, соответственно (рис. 2). В пользу этого свидетельствуют фактические материалы, приведенные на рис. 3. Они показывают, что средние показатели зоны угнетения роста бактерий на МПА с антибиотиками у анализируемых штаммов возрастали в 2,0 раза, от весны к осени.

При этом все штаммы при контакте с цефазолином, левомецетином и тобромицином образовывали всегда максимальные зоны деполимеризации на МПА во все сезоны года со стабильными показателями, которые у других препаратов были переменными.

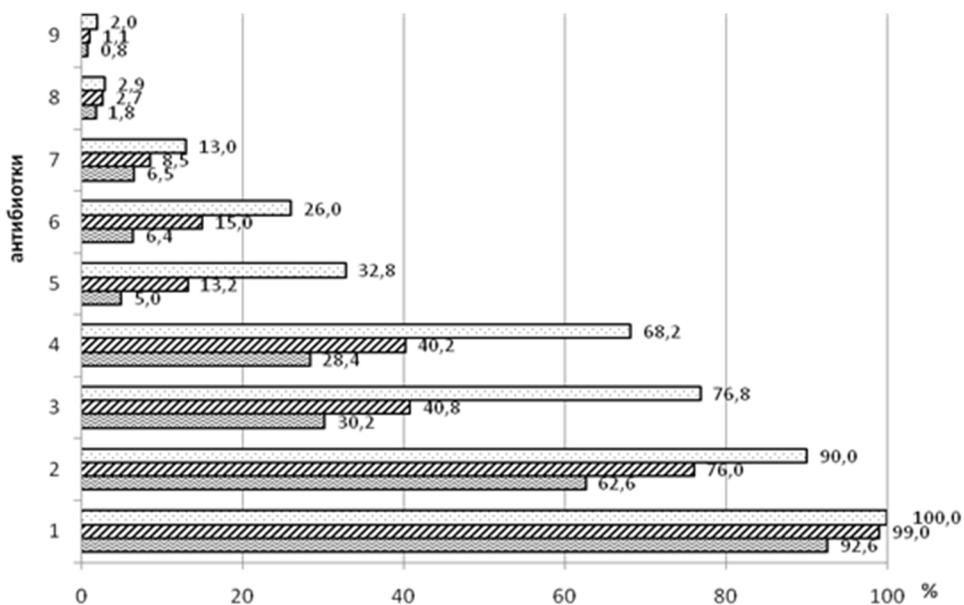


Рис. 2. Антибиотикорезистентность исследуемых энтеробактерий: 1 – бензилпеницилин, 2 – ампицилин, 3 – цефазолин, 4 – эритромицин, 5 – фурадонин, 6 – стрептомицин, 7 – тетрациклин, 8 – левомецетин, 9 – тобромицин

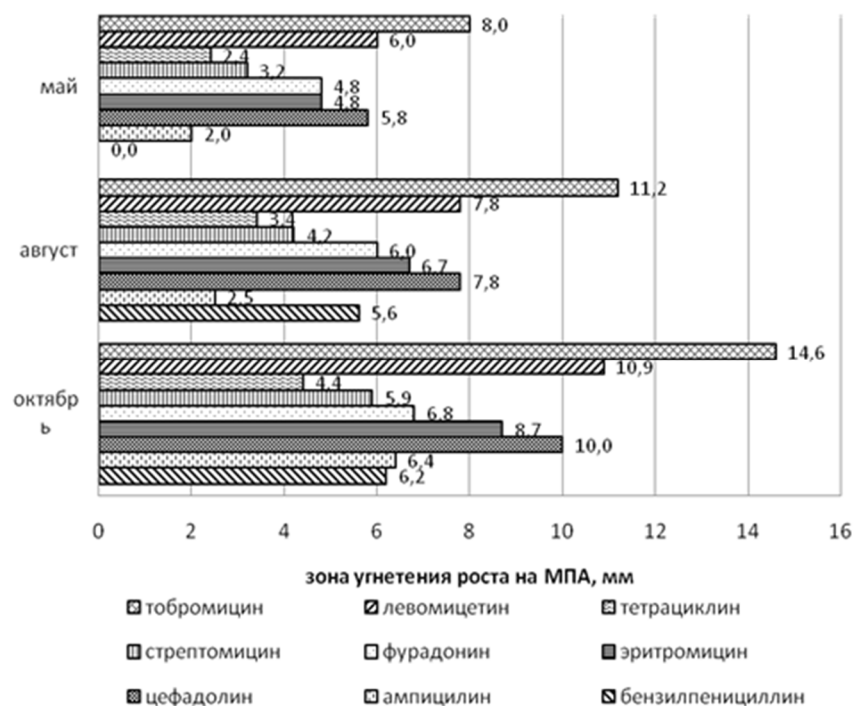


Рис. 3. Сезонная динамика антибиотикорезистентности тестируемых энтеробактерий по зонам угнетения роста на МПА, мм

Минимальная чувствительность энтеробактерий ко всем испытуемым препаратам отмечена в мае. Она была обусловлена повышением в паводковых водах антибиотикорезистентных штаммов бактерий, попавших в гидроэкосистему с различных сельскохозяйственных предприятий, в том числе животноводческих, птицеводческих, а также с продуктами жизнедеятельности урбоэкосистем, в частности, в городских водотоках. Было установлено, что уровень антибиотикорезистентности микрофлоры выше всегда весной, особенно в тех водоемах, которые испытывают большую техногенную нагрузку, что согласуется с литературными данными [1].

Водотоки Прямая и Кривая Болда, Кутум пересекают г. Астрахань, впадая в район Белинского банка, характеризуются небольшой проточностью в связи с регуляцией заполняемости. По руслу Прямой и Кривой Болды находятся рыбокомбинат и мясокомбинат, ГЭС, работают очистные сооружения, в районе р. Кутум функционируют комплексы инфекционной больницы, туберкулезного диспансера и частного сектора. Данные водотоки стали использоваться в качестве коллекторов, принимающих сточные воды и жидкие отходы, в них происходят процессы круговорота органического вещества, обусловленного жизнедеятельностью биологических сообществ водоемов. Энтеробактерии, изолированные из вышеприведенных водоемов проявляли максимальную чувствительность к тобромицину и тетрациклину; затем по убывающей – к левомицетину, ампицилину, эритромицину, цефазолину и фурадонину. Минимальная чувствительность бактерий была зарегистрирована к бензилпенициллину. Видимо поэтому в районе Белинского банка зарегистрированы повышенный уровень устойчивости бактерий к антимикробным препаратам. Он был связан с увеличением органического вещества и вовлечением его в биологический круговорот гидроэкосистемы, а также со значительным поступлением в водоем аллохтонной антибиотикорезистентной микрофлоры в паводковый период. Между тем, данные более ранних исследований свидетельствуют о более высокой микробной контаминации воды и рыбы именно в этом районе дельты Волги [4, 6]. При этом, гидромикрофлора Белинского и Главного банков была устойчива к антибактериальным препаратам в $57,6 \pm 0,4$ и $45,4 \pm 0,8$ % случаев, соответственно.

Таким образом, полученные данные могут быть использованы в качестве индикаторов санитарно-эпидемиологического и экологического неблагополучия гидроэкосистемы.

Литература

1. Анганова, Е. В. Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем / Е. В. Анганова, А. Д. Курносков, И. Ю. Самойлова, Е. Д. Савилов // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 1. – С. 75–76.

2. Журавлев, П. В. Мониторинг бактериального загрязнения водоемов по Ростовской области / П. В. Журавлев, В. В. Алешня, С. В. Головина // Гигиена и санитария. – 2010. – № 5. – С. 33–36.
3. Кальницкая, О. И. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов животного происхождения, содержащих антибиотики / О. И. Кальницкая, Б. В. Уша, Э. А. Мишиев // Ветеринария. – 2010. – № 2. – С. 61–63.
4. Ларцева, Л. В. Гигиеническая оценка по микробиологическим показателям рыбы и рыбных продуктов Волго-Каспийского региона : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Л. В. Ларцева. – М., 1998. – 44 с.
5. Ларцева, Л. В. Геоэкологические особенности антибиоткорезистентности микрофлоры внутренних водотоков г. Астрахани / Л. В. Ларцева, А. А. Истелюева // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2011. – № 3 (42). – С. 180–186.
6. Обухова, О. В. Бактериоценоз воды и судака (*Stizostedion lucioperca*) в дельте Волги : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / О. В. Обухова. – М., 2004. – 24 с.
7. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: Методические указания. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004 – 91 с.
8. Савилов, Е. Д. Микробиологический мониторинг водных экосистем / Е. Д. Савилов, Е. В. Анганова // Гигиена и санитария. – 2010. – № 5. – С. 56–58.
9. Lemke, M. J. Bacterial populations in an anthropogenically disturbed stream: comparison of different seasons / M. J. Lemke, L. G. Leff // Microb. Ecol. – 1999. – Vol. 38. – P. 234–243.
10. Rossolini G. M., Manteugoli E. // Clin. Microbiol. and Infec. – 2008. – Vol. 14. – P. 33–41.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ²

А. В. Готовцев

Институт водных проблем РАН, г. Москва (Россия)

Введение

Волга впадает в Каспийское море.

И в нем полностью испаряется.

А грязь, которую Человек
сбрасывает в Волгу,
разлагается по дороге.

Но не полностью.

(Рабочая гипотеза)

Представляемая модель описывает не самую приятную, точнее сказать – совсем неприятную сторону функционирования великой реки, о которой, если можно, хотелось бы забыть и не вспоминать. Хорошо и приятно рассуждать о том, что Волга – великая транспортная артерия, сложная

² Работа поддержана РФФИ (грант № 11-06-00002).

водохозяйственная система, источник электроэнергии, белой рыбы и черной икры, зона отдыха и туризма... Но здесь для моделирования выбрана весьма специфическая функция великой реки – не транспортная, не энергетическая, не рыбохозяйственная, не туристическая, а ...ассенизационная, поскольку, помимо всего прочего, человек использует Волгу еще и в качестве великого ассенизационного коллектора сточных вод.

Таким образом, основное предназначение представляемой модели – показать как переносятся и трансформируются различные загрязняющие вещества (ЗВ) и какие мероприятия надо провести, чтобы качество воды было на должном уровне, а стоимость мероприятий при этом была бы минимальной или, по крайней мере, находилась бы в «пределах разумного».

Схематизация системы водотоков и водохранилищ Волжского бассейна

В качестве объекта моделирования выбрана система водотоков и водохранилищ, включающая русло Волги от Верхневолжского гидроузла (ГУ) до устья (Каспий), два притока первого порядка (р. Ока и р. Кама) и три притока второго порядка (Москва-река, р. Клязьма и один приток Камы – р. Вятка). Суммарная длина моделируемых водотоков составляет 7190 км.

Разветвленная система русел рассматривается как граф типа «дерево», представляющий собой конечное множество вершин и соединяющих их отрезков (дуг). Дуги схематизируют участки русел, по которым перемещаются объемы воды и загрязняющих веществ, а вершины обозначают места соединения потоков, а также конечный (устьевой) и начальные створы. Для наглядности схемы и для удобства расчетов нумерация вершин графа выбирается таким образом, чтобы ориентация всех отрезков совпадала с направлением течения воды по этим отрезкам. В соответствии с используемым в модели алгоритмом, структура разветвленного графа однозначно определяется заданием вектором номеров правых концов его отрезков. При такой системе нумерации номер отрезка (дуги графа) всегда совпадает с номером его левого конца, а номер правого конца задается соответствующей компонентой вектора.

На рис. 1 схема основных водотоков бассейна Волги представлена в виде разветвленного графа типа «дерево». Для наглядности схемы и для удобства расчетов нумерация вершин графа выбрана таким образом, чтобы ориентация всех отрезков совпадала с направлением течения воды по этим отрезкам. Так, в качестве конечной (30-ой) вершины выбрано Каспийское море. Правый створ 29-го отрезка, примыкающий к этой вершине, является устьевым конечным расчетным створом.

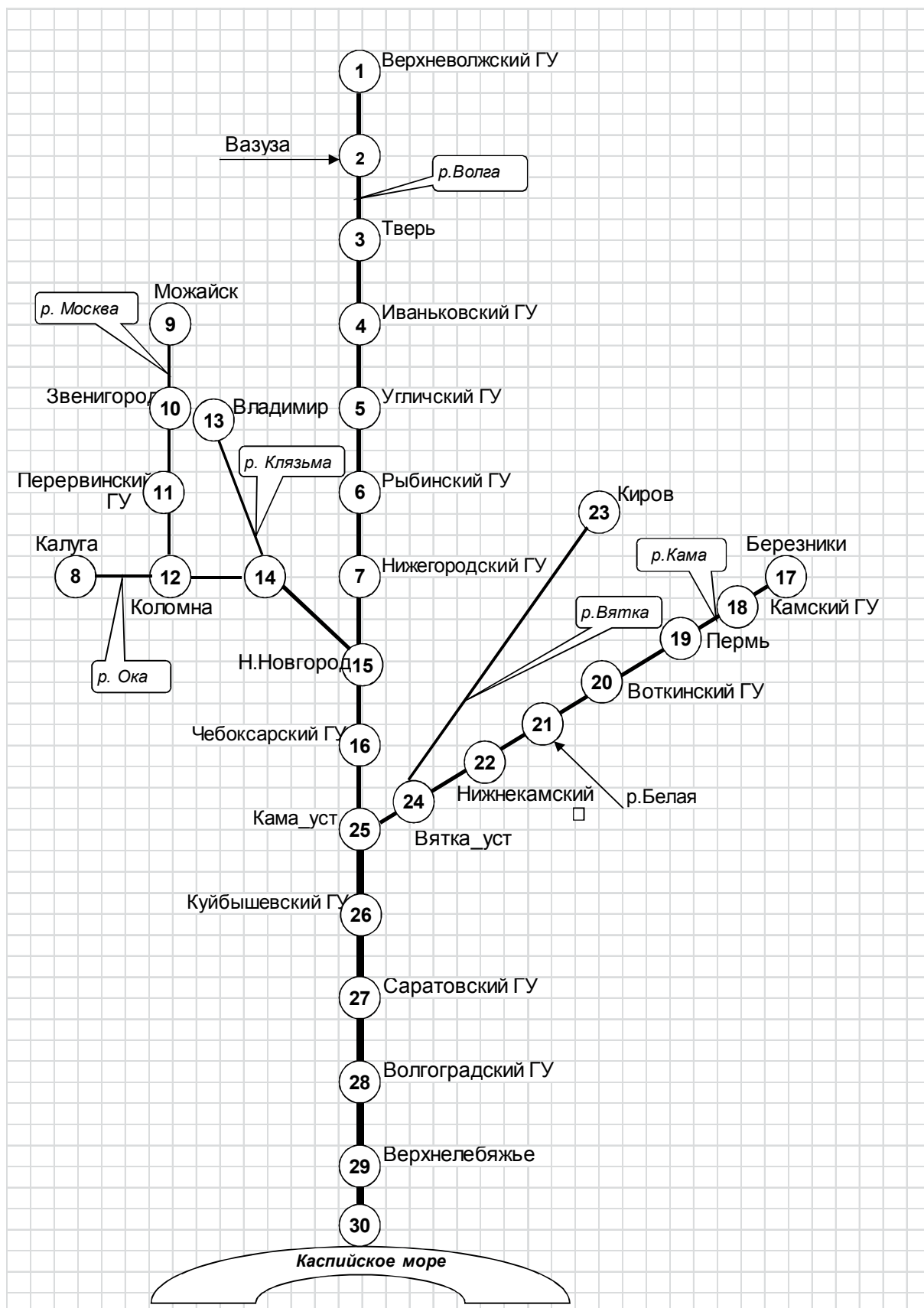


Рис. 1. Схема Волги

Модель WPI-RQC

При моделировании водоохранных мероприятий в бассейне Волги использовалась модель WPI-RQC (Water Problem Institute – River Quality Control), разработанная в ИВП РАН [1]. Эта модель позволяет оценивать качество вод и эффективность водоохранных мероприятий в бассейне на основе решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих одномерный стационарный перенос и трансформацию загрязняющих веществ (ЗВ) как от точечных, так и от неточечных (диффузных) источников.

Модель WPI-RQC создавалась и адаптировалась к условиям бассейна реки Волги, именно поэтому ее первые версии назывались VOLGA-16 и VOLGA-29 [2, 3]. Обслуживающая модель компьютерная программа является универсальной и может быть использована для любых бассейнов. Помимо Волжского бассейна, в качестве теста модель WPI-RQC уже прошла апробацию для бассейнов р. Амур, р. Верхняя Обь и р. Урал – до границы с Казахстаном.

Модель WPI-RQC работает в трех режимах.

1. Наблюдательный режим – при заданных нагрузках от точечных и диффузных источников ЗВ вычисляются концентрации и потоки загрязняющих веществ во всех расчетных створах разветвленной системы русел.

2. Режим калибровки – при известных натуральных концентрациях ЗВ в контрольных створах вычисляются «невязки» ЗВ, на основе которых корректируются диффузный сток ЗВ и другие расчетные параметры.

3. Режим управления качеством – при заданных ограничениях на концентрации ЗВ определяются створы, в которых необходимо построить сооружения для очистки сбрасываемых в эти створы сточных вод. При этом определяются типы очистных сооружений, их мощности и стоимости (капитальная, эксплуатационная и приведенная).

В модели реализован алгоритм эвристической оптимизации по критерию минимума мощности вновь вводимых очистных сооружений при выполнении ограничений на концентрацию ЗВ в заданных створах речной сети.

Расчетные сценарии и результаты

В рамках выполнения темы НИР-04 «Разработка научно-обоснованного комплекса водохозяйственных мероприятий для обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственных систем, рационального использования водных ресурсов в условиях маловодья (в том числе затяжного)» были выполнены расчеты по 11 сценариям. Восемь сценариев соответствовали значениям среднегодовых расходов воды для лет с водностью $240 \text{ км}^3/\text{год}$ и антропогенным нагрузкам уровня 1998 года. Были рассмотрены точечные и диффузные источники БПК, фосфора, железа и нефти. Два сценария соответствовали значениям маловодного 1996 года (с водностью $190 \text{ км}^3/\text{год}$) при различных антропогенных нагрузках. Один

сценарий соответствовал водности 300 км³/год. Наибольшее внимание на данном этапе исследований было уделено расчету БПК. По фосфору, железу и нефти были выполнены оценки только водоохранных мероприятий.

При выполнении расчетов использовалась гипотеза о квадратичной зависимости мощности диффузного стока загрязняющих веществ Z от водности года W . Эта гипотеза возникла на основе анализа результатов экспериментов, проведенных экспедицией Центра «Росэкология», при наблюдении стока дренажной канавы, заваленной ТБО, в дождевой паводок [4]. Из анализа приведенных в [4, с. 138] гистограмм $C(t)$ и гидрографа $Q(t)$ нами было сделано предположение о возможности линейной аппроксимации зависимостей концентраций различных ЗВ от расхода воды:

$$C(t) = aQ(t) \quad (1)$$

С учетом (1) масса ЗВ, выносимая за период паводка T , будет определяться соотношением:

$$Z = \int_0^T C(t) \cdot Q(t) dt = \int_0^T a \cdot Q^2(t) dt \quad (2)$$

В предположении, что характерное время изменения мощности запасов ЗВ на водосборной площади много больше периода интегрирования T (продолжительности паводка), параметр a можно вынести из под знака интегрирования:

$$Z = a \int_0^T Q^2(t) dt \quad (3)$$

Для сильно агрегированных моделей возможна дальнейшая аппроксимация зависимости (3), основанная на предположении, что закономерности, полученные в [4] на основе наблюдений стока ЗВ в дождевой паводок, можно экстраполировать как во времени, так и в пространстве. А именно: на весь период весеннего половодья и для всей водосборной площади любого участка речного русла:

$$Z = aW^2 / T, \text{ где } W = \int_0^T Q(t) dt \quad (4)$$

Из результатов расчетов, выполненных по модели WPI-RQC, следует, что при снижении водности с 240 км³/год до 190 км³/год, приведенные затраты на водоохранные мероприятия при неизменности точечного и диффузного стока БПК, увеличиваются на 24 %. Капитальные и эксплуатационные затраты при этом увеличиваются на 20 % и 43 % соответственно.

В случае снижения диффузной составляющей БПК на 37 %, в соответствии с предложенной зависимостью диффузного стока ЗВ от объема водного стока (4), приведенные затраты на водоохранные мероприятия увеличиваются на 17 %, а капитальные и эксплуатационные – соответственно на 14 % и 38 %.

При повышении водности с 240 км³/год до 301 км³/год (соответствующей многоводному 1998 году) и повышении диффузной составляющей ЗВ на 56 % (в соответствии предложенной зависимостью (4) диффузного стока ЗВ от объема водного стока) приведенные затраты на водоохранные мероприятия, выполненные на примере БПК, не увеличиваются, а снижаются на 22 %.

Сценарии, соответствующие накоплению ЗВ на водосборе в маловодный период, требуют отдельного рассмотрения. Тем ни менее, был сделан качественный вывод о необходимости заблаговременного проведения мероприятий по перехвату диффузных ЗВ (обвалование, профилирование, лесозащитные полосы) с целью предотвращения «залпового» выброса ЗВ, накопленных на водосборе в маловодный период, в последующие многоводные годы.

Литература

1. Готовцев, А. В. Краткое описание модели WPI-RQC / А. В. Готовцев // Экология, экономика, информатика. LX конференция «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования». – Ростов-на-Дону, 2012. – С. 122–132.
2. Готовцев, А. В. Агрегированная экономико-математическая модель «ВОЛГА-16» / А. В. Готовцев // Четвертый международный Конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЕК-2000. Тезисы докладов. – М., 2000. С. 60–62. (A. V. Gotovtsev. VOLGA-16 Aggregated Economic-Mathematical Model // ECWATEC-2000-M/)
3. Готовцев, А. В. Концептуальное описание модели водоохранных мероприятий в бассейне Волги («ВОЛГА-29») в условиях неполной и неточной информации / А. В. Готовцев // Вестник Университета. Серия «Информационные системы управления». Выпуск 2 (3) / Государственный университет управления. – М., 2002. – С. 17–37.
4. Гордин, И. В. Кризис водоохранных зон / И. В. Гордин. – М. : Физматлит, 2006. – 196 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ

П. А. Сидякин

*Пятигорский филиал Северо-Кавказского федерального университета,
г. Пятигорск (Россия)*

Для большинства специалистов не вызывает сомнений, что воздействие ионизирующих излучений на организм человека является одной из наиболее актуальных задач в областях экологии и гигиены. С целью получения необходимой информации о радиационно-экологической обстановке конкретного региона требуется организация и проведение радиационно-экологического мониторинга, квалифицированная обработка полученных

результатов, и при необходимости принятие организационных и технических решений для снижения уровня облучения населения.

Согласно проведенными к настоящему времени исследованиями структурами как МЧС, санэпиднадзор, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и других Северо-Кавказский округ в целом, и Ставропольский край в частности относятся к территориям со сложной радиационно-экологической обстановкой.

В регионе встречается значительное количество проявлений урановой минерализации, рудопроявлений и несколько месторождений, связанных с зонами структурно-стратиграфического несогласия. На Северном Кавказе находится несколько промышленных месторождений урана. При этом в регионе имеется один из двух на территории России урановорудных районов – Кавминводский.

Сочетание природных и техногенных факторов, в частности, многолетние разработки урановых месторождений в районе Кавказских Минеральных Вод, привели к заражению ряда водоносных горизонтов и отдельных источников трещинных вод радоном, ураном и другими тяжелыми элементами. Например, в рудничных водах месторождения Бештау концентрация радона достигает 60 000 Бк/л. На восточном погружении Кавказа широкие поля повышенной гамма-активности связаны с миграцией радия и радона вследствие усиленной разработки нефтегазоносных структур. Отмечены интенсивные концентрации радона в отстойниках нефтегазоносных районов вблизи городов Ставрополя и Грозного. В этих же районах наблюдается интенсивная зараженность трубопроводов и оборудования нерастворимыми солями радия.

Зарегистрированы отдельные локальные участки техногенного загрязнения в регионе КМВ и районах нефтедобычи.

Сохраняется проблема радиационно-экологической безопасности для жителей города Лермонтова, где расположено хвостохранилище после разработок урановой руды бывшего НПО «Алмаз». Город Лермонтов сконцентрировал в себе радиационные проблемы, связанные с техногенным воздействием и воздействием природного характера. Наличие локальных участков радиоактивного загрязнения связано с применением строительных материалов из сырья местного производства и высокой эксхалацией радона из грунта.

При одновременном многофакторном воздействии на человека источников внешнего и внутреннего облучения годовые дозы превышают установленные нормативы для жителей городов региона КМВ и поселков Предгорного района, и составляет от 4,2 до 8,75 мЗ в/год.

Как показывает практика, применяемая в ряде регионов РФ (Волгоградская, Пензенская, Саратовская, Томская области и др. регионы) практики широкомасштабный мониторинг и обработать информацию о радиационных характеристиках территорий и объектов строительного комплекса

возможно на базе высших учебных заведений, осуществляющих подготовку специалистов строительного и инженерного профилей, обладающих высококвалифицированным персоналом сотрудников и профессорско-преподавательского состава, практически неограниченным ресурсом лиц, проводящих измерения и обработку результатов за счет привлечения к данной работе большого числа преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов.

На наш взгляд, для обеспечения необходимой радиационной безопасности населения Ставропольского края целесообразно организовать широкомасштабный радиационно-экологический мониторинг территорий и объектов строительного комплекса Ставропольского края на базе филиала Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, осуществляющего подготовку специалистов строительного и инженерного профиля и обладающего необходимым потенциалом.

Широкомасштабный мониторинг на наш взгляд должен включать ряд мероприятий:

- организация проведения измерений радиационных характеристик территорий и объектов строительного комплекса за счет оборудования университета, ГУ МЧС России по Ставропольскому краю и других организаций;

- обучение студентов и специалистов методам радиационных измерений, требованиям, заложенных в законодательных и нормативных документах;

- проведение семинаров и курсов для специалистов строительного профиля по соблюдению требований радиационной безопасности;

- обработка полученных результатов и составление карт территорий Ставропольского края по значениям мощности дозы гамма-излучения и плотности потоков радона, с целью исключения строительства зданий и сооружений на потенциально радиационно-опасных территориях без применения специальных радиационно-защитных мероприятий;

- разработка и применение специальных инженерно-технических решений, направленных на снижение уровня облучения населения;

- разработка нормативных и методических документов на региональном уровне, совместно с ГУ МЧС России по Ставропольскому краю и другими заинтересованными органами местного самоуправления, с целью соблюдения прав населения на радиационную безопасность.

Реализация данных мероприятий позволит решить ряд задач в области радиационной безопасности населения и добиться следующих результатов.

1. Проведение широкомасштабных измерений радиационных характеристик территорий и объектов строительного комплекса позволит оценить радиационную обстановку Ставропольского края, составить карту региона по степени потенциальной радиационной опасности, выделить тер-

ритории с повышенным радиационным фоном местности, как природного, так и техногенного происхождения, рассчитать годовые дозы облучения населения.

2. Обучение студентов строительного профиля основам радиационной безопасности в строительстве планируется за счет включения в программы дисциплин, предусмотренных учебными планами «Безопасность жизнедеятельности», «Экология», «Охрана труда» раздела «Радиационная безопасность в строительстве», а также включение данного раздела в дипломное проектирование, выполнение научных дипломных работ по тематике радиационная безопасность в строительстве. Обучение практикующих специалистов строителей и экологов планируется в рамках обучающих семинаров по теме «Основы радиационной безопасности в строительстве». Проведение данной работы позволит исключить строительство зданий и сооружений, а также прием в эксплуатацию без учета требований радиационной безопасности.

3. Применение специальных инженерно-технических решений, для снижения облучения населения в помещениях позволит существенно снизить значения годовых эффективных доз облучения, обусловленных воздействием гамма-фона и концентрацией радона.

4. Разработка необходимого нормативного и методического материала на региональном уровне на основании полученных и обработанных результатов измерений позволит организовать необходимый радиационный контроль на всех этапах строительства и эксплуатации зданий и сооружений, исключая облучение населения выше установленных нормативов.

К сожалению, как показывает существующая практика, не выполнение организационных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения приводит к уровням облучения населения, вызывающих последствия для жизни и здоровья, часто имеющие необратимый характер.

Организация и проведение данных мероприятий позволит существенно улучшить радиационно-экологическую обстановку в регионе, а также обеспечить регион высококвалифицированными кадрами, в том числе и высшей квалификации (кандидаты и доктора наук) в области радиационной безопасности. Таким образом, можно будет практически исключить, или значительно уменьшить получение дозовых нагрузок населения выше установленных нормативов. При этом будет достигнута главная задача – сохранение жизни и здоровья населения.

АКТУАЛЬНОСТЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ХИНТЕРЛАНДА г. АСТРАХАНИ

И. М. Шереметов

*АУ АО «Государственная экспертиза проектов»,
г. Астрахань (Россия)*

Согласно ежегодному докладу Минприроды негативное воздействие на окружающую среду в течение года увеличилось следующим образом: вырос на 0,5 % общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (от стационарных источников), на 3 % – сброс загрязненных сточных вод без очистки, на 6,6 % – количество образовавшихся отходов.

В тоже время по сравнению с 2009 годом, возросло на 2 % и достигло 75,7 % улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников. Совокупный выброс парниковых газов в России в 2010 году превысил 2 млрд тонн углеводорода, что все-таки на 3,3 % меньше, чем в 2009 году. Основным источником выбросов авторы доклада называют энергетический сектор (сжигание ископаемого топлива).

Министерство в очередной раз составило приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В 2010 году в него вошли 36 городов – на два больше, чем годом ранее. Наш город в этот список не вошел. Залогом относительно удовлетворительного состояния является системный подход к решению задач экологического мониторинга городской среды.

Стратегия социально-экономического развития Астраханской области на долгосрочную перспективу среди основных приоритетов включает реализацию программы проведения в городах и районах области экологического аудита с целью выявления проблем загрязнения окружающей среды и оценки их влияния на качество городской среды (в том числе на привлекательность бизнеса, качество проживания жителей и пр.).

Рассмотрим один из аспектов, характерных для расширения современного города. В условиях активного развития городских поселений неминуемо происходит изменение функционального назначения земельных участков. Нередко этот процесс идет по схеме вывода участка из земель производственного назначения в пользу селитебных территорий (рис. 1). В таких случаях весьма актуальным является выполнение инженерно-экологических изысканий для разработки проекта рекультивации грунтов.



Рис. 1. Генеральный план г. Астрахани с указанием схемы охраны окружающей среды в зонах транспортных узлов, ликвидируемых и реконструируемых предприятий (<http://astrakhan.urbanistika.ru/>)

В условиях г. Астрахани подобными площадками являются территории промышленных фабрик и судоремонтных заводов, оказавшиеся в результате градостроительной деятельности в городской черте, и даже территории бывших нефтебаз. Разумеется, условия эксплуатации таких участков далеки от требований, предъявляемых к землям, отведенным под застройку жилыми и общественными зданиями. Приведение данных территорий в соответствие экологическим нормам влечет серьезные затраты, которые инвесторам приходится выделять в силу объективных обстоятельств.

Тенденция приближения границ селитебных территорий к железнодорожному узлу, аэропорту, речному порту, промышленным комплексам, функционирующим десятки лет, хорошо прогнозируется. В связи с этим,

целесообразно рассматривать хинтерланд как потенциально застраиваемую жилым площадку, причем в ближней перспективе.

К хинтерланду в данном случае отнесем территорию, которая прилегает либо по преобладанию транспортных потоков тяготеет к одному из указанных выше узлов, расположенную в Советском районе по ул. Аэропортовой, ул. Адмирала Нахимова, в Ленинском районе по ул. Ботвина, ул. Татищева, в Кировском районе по ул. Бабефа, ул. Бехтерева и т. д.

Инвестиционная привлекательность любого проекта определяется, кроме всего прочего, и отсутствием «подводных камней». Именно на это направлены усилия по формированию объективной картины экологического состояния потенциальной площадки строительства.

Элементом большой комплексной работы по контролю экологического состояния среды является мониторинг состояния почв расположенных в границах городской черты промплощадок, а также сопряженного с ними хинтерланда. Почвы, характерные для Астраханского региона, имеют низкое содержание органических веществ (1,3 %), а природно-климатические условия делают их особенно ранимыми к антропогенным воздействиям. Быстро развивающиеся процессы засоления и ветровой эрозии резко снижают почвенное плодородие, и, следовательно, уменьшают биопродуктивность наземных экосистем [1].

Наиболее эффективный способ формирования информационного ресурса предполагает комплексное использование различных методов проведения геомониторинга [2]. Он включает изучение и анализ причин загрязнения грунтов с последующим систематическим наблюдением за их состоянием. Основными источниками загрязнения почв в пределах городской территории являются:

- нарушение норм хранения и транспортировки нефтепродуктов и других ядовитых веществ;
- нарушение требований к транспортировке, складированию и утилизации бытовых и промышленных отходов;
- перенос грунтовыми водами растворенных загрязняющих веществ.

Следует отметить важное свойство нефти и нефтепродуктов – растворимость. Известно, что сами нефти и нефтепродукты хорошо растворяют различные неорганические и органические вещества, среди которых могут находиться весьма токсичные соединения. Например, из неорганических веществ – это сера, сернистые соединения и другие. Из органических – канцерогенные углеводороды и многие другие токсичные и ядовитые вещества.

Гидрогеологическая характеристика застраиваемых участков г. Астрахани, как правило, определяется высоким уровнем подземных вод. Исходя из того, подземные воды на площадках подверженных активному техногенному воздействию требуют систематического контроля. С одной

стороны, грунтовые воды сами подвержены загрязнению, с другой стороны они при наличии градиента напора могут распространять загрязнения на сопряженные территории. Из отдельных классов углеводородов лучше в воде растворяются ароматические, хуже – метановые. Растворимость углеводородов в воде снижается от низкомолекулярных к высокомолекулярным соединениям.

Отслеживать изменение уровня подземных вод, а также изменение химического состава подземных вод целесообразно с помощью наблюдательных скважин, что позволяет оперативно получать их качественную оценку. Контролировать обводнение территорий, локальные структурные изменения литологических напластований, выявление ореола загрязнений оптимально выполнять с применением геофизических методов [3]. Данный метод обеспечивает получение количественной оценки, в том числе, в виде картирования пятна загрязнения.

В практике экологического мониторинга для оценки скорости самоочищения экосистем и почв, подвергающихся антропогенному влиянию, для нашего региона предложено использование интегральной оценки воздействия различных уровней загрязнения углеводородами и сернистыми соединениями на химические свойства и структуру микробного сообщества почв [4]. Полученные в результате исследований данные по влиянию загрязнения дизельным топливом и серой на почвенный микробиоценоз позволили в рамках указанной методики использовать в качестве индикаторных групп нитрифицирующие микроорганизмы. Указанная интегральная оценка, в конечном итоге, обеспечивает возможность прогнозировать изменение уровня загрязнения почв.

Таким образом, в результате симбиоза программ инженерно-экологических изысканий и геомониторинга мы получаем целостную картину состояния грунтов на заданной территории. Для дальнейшего принятия решения необходимо иметь возможность проводить сравнение исходных условий площадок потенциальной застройки. Такую возможность обеспечивает реализация геоэкологического картографирования исследованных участков [5].

При решении приоритетной задачи мониторинга земель, в соответствии со ст. 67 Земельного кодекса РФ, требуется своевременное выявление изменений состояния земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий негативных процессов. Бесспорно, к негативным процессам следует отнести и предмет нашего обсуждения – загрязнение грунтов в процессе эксплуатации земельных участков, выделенных под производственные цели.

В рамках поставленной задачи геоэкологическое картографирование земель является наиболее оптимальным подходом для ее решения. Применительно к городским условиям методология формирования комплекта карт оценки качества земель, включающего карты учета свойств земель,

карты функционального назначения территории, карты дифференцированной (с учетом функционального назначения) и комплексной оценки предложена в работе [6]. Согласно данному методу главные изменения состояния и использования земель в условиях городов возможно объединить в две сопряженные пары разнонаправленных диагностируемых макропроцессов: «застройка – высвобождение» и «нарушение – благоустройство», включающих в себя частные, элементарные процессы. Первая пара характеризуется более радикальными изменениями состояния и использования земель, связанными с появлением/утратой новых объектов строительства. Вторая пара характеризуется более мягкими изменениями состояния и использования земель, отражая не столько появление/утрату объектов иного (природного) плана (почвы и почвенные конструкции, водные объекты, объекты озеленения и т. п.), сколько изменение качества имеющихся (ухудшение/улучшение).

Предложенная форма представления результатов геоэкологического мониторинга позволяет проводить перманентную корреляцию данных и, таким образом, иметь наглядную информацию по интересующей инвестора площадке, комплексно отражающую экологическое состояние грунтов.

На основе анализа указанных результатов возможно априорно проводить оценку затрат на рекультивацию потенциально застраиваемых площадок объектами общественного и жилого назначения, что позволит оперативно принимать обоснованные решения по развитию структуры хинтерланда.

Литература

1. Чуйков Ю. С. Экологические проблемы Северного Прикаспия и Каспия / Ю. С. Чуйков // Каспий – настоящее и будущее : доклады на пленарном заседании международной конференции. – Астрахань : Изд-во ИТА «Интерпресс», 1996. – С. 30–60.
2. Полумордвинов, О. А. К вопросу о создании комплексной методики инженерных изысканий для решения геотехнических и геоэкологических задач строительства на урбанизированных территориях / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов, А. Ю. Курдюк // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – № 1. – С. 56–57.
3. Полумордвинов, О. А. Практическое применение метода георадиолокации при выполнении инженерных изысканий / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов // Наука в современном мире : материалы VII Международной научно-практической конференции / под ред. д. п. н. Г. Ф. Гребенщикова. – М. : Спутник +, 2011.
4. Пархоменко, А. Н. О необходимости микробиологической диагностики почв, испытывающих антропогенное воздействие / А. Н. Пархоменко // Юг России: экология, развитие. – 2010. – № 4. – С. 88–91.
5. Сладкопечев, С. А. Актуальные вопросы и проблемы геоэкологии / С. А. Сладкопечев, С. Л. Дроздов. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2008. – 260 с.
6. Сизов, А. П. Оценка качества городских земель в системе их мониторинга / А. П. Сизов // Изв. РАН, сер. географич. – 2002. – № 4. – С. 74–85.

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНЫХ ВАРИАНТОВ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ В ДЕЛЬТЕ р. ВОЛГИ

О. А. Полумордвинов

Правительство Астраханской области, г. Астрахань (Россия)

И. М. Шереметов

АУ АО «Государственная экспертиза проектов», г. Астрахань (Россия)

Вопросы, связанные с берегоукреплением, всегда были актуальны для Астраханской области. Наиболее остро проблема обозначилась в конце 80-х, начале 90-х годов двадцатого века для населенных пунктов, расположенных непосредственно в зоне влияния нагонных процессов Каспия.

Это потребовало разработки комплексной научно-обоснованной программы защиты населенных пунктов от затопления и подтопления, укрепления берегов рек, благоустройства набережных на селитебных территориях, а также организации стока поверхностных вод в прибрежных зонах. Мероприятия осуществлялись в рамках исполнения постановления Совета Министров – Правительства РФ № 57 от 19.01.1993 г.

К сожалению, намеченная программа была реализована не в полном объеме. А процесс падения уровня Каспийского моря, сменивший в 2000 году затянувшийся цикл подъема, ослабил остроту ситуации. Но это на первый взгляд. Обмеление Северного Каспия в настоящее время еще более актуализирует проблему берегозащиты сел, особенно в паводковый период, от нагонной волны при юго-западных ветрах.

Традиционно берегозащита выполняется в виде конструкций полукосного и откосного профиля с покрытием железобетонными плитами в соответствие с требованиями [1]. Возведение берегозащитных набережных с покрытием из железобетонных плит является высокочувствительным. Особенно для населенных пунктов Астраханской области расположенных в дельтовой части, куда транспортировка тяжелой техники и доставка крупнотоннажных железобетонных изделий представляет собой отдельную задачу. И задача эта не всегда имеет решение, поскольку дороги IV категории, которые связывают населенный пункт с областным центром, имеют ограничения по давлению на ось, а мосты, соединяющие берега многочисленных протоков, имеют ограничения по грузоподъемности.

Все изученные факторы подтолкнули к поиску новых решений в области берегоукрепления дельтовых населенных пунктов. Таким инновационным решением стало применение габионных технологий в рамках проекта берегоукрепления с.Тишково Володарского района Астраханской области [2].

Водный режим дельты в настоящее время определяется сбросами Волгоградского гидроузла и изменением уровня Каспийского моря. Характерной гидрологической фазой является весеннее половодье. Проектиро-

вание осуществлялось при уточненном уровне подъема Каспийского моря, стабилизировавшегося на абсолютной отметке минус 27,0 м. Прогнозируемый уровень на отметке минус 25,0 м не был достигнут. Исходя из этого, высота дамбы соответствует абсолютной отметке минус 23,0 м. Конструктивное решение берегоукрепления предусматривает применение в качестве покрытия дамб матрасов «Рено» толщиной 23 см из металлических сеток с заполнением фильтрующими материалами (камень, щебень крупной фракции).

Проектные решения были реализованы в 2010–2011 годах. Учитывая особенности участка строительства, по верху дамбы выполнено покрытие шириной 4,5 м с укреплением доломитовой крошкой. По нижней отметке откоса было предусмотрено устройство каменной наброски из щебня фракции 70–120 (рис. 1).



Рис. 1. Начало берегоукрепительных работ

Главным преимуществом найденных решений явилось то, что применение инновационных подходов позволяет, помимо снижения материальных затрат, минимизировать техногенное воздействие на окружающую среду. Это один из самых актуальных вопросов для населенных пунктов прибрежной полосы Каспия, поскольку рассматриваемые сооружения по определению находятся в водоохраной зоне и, не редко, граничат или входят в зоны с особо охраняемым растительным ландшафтом либо зоны особо охраняемых зоологических районов.

Для строительного комплекса астраханского региона, как и в целом для отрасли, применение собственно габионных конструкций не является

новинкой. Еще на рубеже нового тысячелетия одним из астраханских предпринимателей было выполнено укрепление берега базы отдыха на р. Волге по аналогичной технологии. Консультационную поддержку осуществляли специалисты ПИ «Астрахангипроводхоз» (рис. 2). Более 10 лет дамба функционирует в штатном режиме.



Рис. 2. Устройство дамбы

После ввода в эксплуатацию берегоукрепления протяженностью 2,195 тыс. м в с. Тишково за режимом работы сооружения организован постоянный мониторинг в рамках утвержденной программы. Особо ответственным в работе конструкции является период с неблагоприятным сочетанием воздействия нагонной волны при максимальной силе ветра во время паводка. Средняя продолжительность весеннего половодья составляет 50 дней (со второй декады апреля до начала июля). Это весьма длительный период активного воздействия на защитное сооружение.

Однако, в задачи мониторинга входит не только упреждение предварительных ситуаций влекущих затопление территории. Не менее серьезным является процесс подтопления, который носит инерционный характер и продолжается достаточно длительно после завершения паводка. Связано это с тем, что подземные воды прибрежных территорий с одной стороны имеют прямую гидравлическую связь с водотоком, а с другой – скорость движения подземных вод обусловлена градиентом напора. На величину градиента напора подземных вод в нашем случае, безусловно, влияет уровень в водотоке, однако время необходимое для понижения УГВ определяют фильтрационные свойства основания.

Учитывая специфику напластований грунта в береговой зоне и особенности конструкции дамбы, можно заключить, что отток подземных вод

сильно растянут во времени и максимально приближен к естественному режиму. Это положительный момент но, тем не менее, нельзя забывать, что наряду с повышением экологичности сооружения недопустимо снижать надежность и безопасность объекта. Применяемое конструктивное решение полностью обеспечивает способность основания сопротивляться деструктивному воздействию фильтрационного потока. Это обязательно подтверждается на стадии проектирования расчетом осредненного градиента напора [3].

Таким образом, применение адаптированных габионных технологий, бесспорно, является заметным шагом вперед. Но такое гидротехническое сооружение остается серьезным и ответственным объектом, эксплуатация которого требует перманентного мониторинга. Программа геотехнического мониторинга должна включать наряду с геодезическими наблюдениями зондирование дамбы геофизическими методами. Применение комплексной методики инженерных изысканий [4] обеспечит получение наиболее достоверных результатов и позволит своевременно отреагировать на появление возможных деструктивных процессов, что является залогом длительной и безопасной эксплуатации сооружения.

В целом, основные преимущества применения габионных технологий можно свести следующим аспектам:

- Надежность. Конструкции способны воспринимать деформации основания без разрушения.
- Проницаемость. Специфика габионных конструкций исключает возникновение гидростатических нагрузок.
- Долговечность. Эффективность габионных конструкций в процессе эксплуатации повышается.
- Экономичность. Габионные конструкции являются менее затратными, чем жесткие или полужесткие конструкции.
- Экологичность. Особенности габионных конструкций обеспечивают гармоничное слияние с окружающей средой.

Литература

1. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.
2. Шереметов, И. М. Адаптированные габионы для дельты р. Волга / И. М. Шереметов, О. А. Полумордвинов // Физико-математические и естественные науки : материалы I Международной научно-практической конференции (30 июля 2011 г.) : сборник научных трудов / под ред. к. п. н. А. В. Бобырева. – М. : Перо, 2011. – С. 101–104.
3. СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений.
4. Полумордвинов, О. А. К вопросу о создании комплексной методики инженерных изысканий для решения геотехнических и геоэкологических задач строительства на урбанизированных территориях / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов, А. Ю. Курдюк // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – № 1. – С. 56–57.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ В 90-х ГОДАХ XX ВЕКА

Н. А. Богданов

Институт географии РАН, г. Москва (Россия)

Ю. С. Чуйков

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

С октября 1994 г. – по личной инициативе губернатора Астраханской области А.П. Гужвина и по ходатайству руководства Областного комитета по охране природы, в рамках договора с Управлением экономических реформ Астраханской области лабораторией Региональной Экологии Аналитического Центра ГИН РАН были начаты работы в составе «Комплексной программы развития Астраханской области в 1995-1997 гг. и на период до 2000 г.» по теме «Оценка уровня химического загрязнения территории Астраханской области».

Основные блоки оценочных работ включали: 1) обследование урбанизированных территорий в масштабе карт 1:10 000; 2) обследование естественных ландшафтов (земель) и сельхозугодий одиннадцати районов области в масштабе карт 1:100 000. В конечном итоге предусматривалось изготовление атласа химического загрязнения территории области в масштабах карт 1:200 000 и 1:300 000 (согласно пожеланиям Облкомзема, в дополнение к программе работ) [1].

Первоочередными объектами оценки качества природной среды были признаны наиболее густонаселенные, промышленно развитые и, одновременно, экологически уязвимые районы области. Прежде всего, это – дельта Волги с Астраханским биосферным заповедником и Волго-Ахтубинская пойма.

Очередность обследования районов была согласована с пожеланиями Земельного Комитета Астраханской области: «Оценочные работы начать с земель полигона «Дельта Волги».

В основу программы работ заложена концепция – вклад различных видов хозяйственной деятельности в загрязнение, а также качество среды обитания оцениваются на основе изучения компонентов природной среды: атмосферного воздуха, почвенного покрова, растительности, сельскохозяйственных угодий и культур, воды и донных отложений водоемов и водотоков, подземных вод, источников водоснабжения. Изучение уровня химического загрязнения должно дополняться биологической оценкой качества среды, опирающейся на тестирование наземных и водных экосистем по широкому спектру видов животных и растений.

За период скудного и весьма неустойчивого финансирования работ – с октября 1994 г. по декабрь 1995 г., т. е. за 14 месяцев – были обследованы

40 поселков Лиманского, Икрянинского, Камызякского районов, водоемы и водотоки, входящие в их состав, а также земли Лиманского района, включая сельхозугодья. По просьбе руководителей областной администрации и Облкомзема в состав последних вошли спорные в тот период территории «Черных земель», расположенных западнее железной дороги (по линии ст. Басы – Зензели – Олейниково) и обозначенных на официальной карте землями Калмыкии.

В Лиманском районе с 19 по 25 октября 1994 г. в 9-ти населенных пунктах – Лимане, Оля, Караванном, Зензели, Михайловке, Яндыках, Промысловке, Бирючьей Косе, Камышовом – отобрана 841 проба почв из горизонта 0-5 см по сети 200 x 200 м в масштабе (землеустроительных карт) 1:10 000. В районе и на территориях поселков из водотоков и водоемов отобраны 138 проб воды, включая питьевую водопроводную, и 132 пробы донных отложений.

В том же году (17–27.11) в Астраханском биосферном заповеднике «Дамчик» за 10 суток отобраны пробы атмосферного воздуха – 20 фильтров АФА-ХА, экспонировавшихся по 24 часа каждый при расходе воздуха 80–92 л/мин. с использованием прибора «Севан»,

В следующем году, на землях Лиманского района, в масштабе карты 1:100 000 отобраны 752 рядовые пробы почв, 77 проб почв из разрезов; обследованы 15 геоботанических площадок с отбором 15-ти крупнообъемных проб растений и 62 проб почв; из водотоков, водных трактов и водоемов – 89 проб воды и 77 проб донных отложений. К сожалению, этот блок работ, кроме обследования поверхностных вод, проведен впустую – пробы не удалось обработать из-за прекращения финансирования исследований.

Наконец, в конце ноября 1995 г., на 9-ти стационарных постах суточной прокачки атмосферного воздуха (с расходом ~ 25 л/мин.) в поселках Оля, Лиман, Бирючья коса, Зензели были отобраны 135 фильтров АФА-ХА. Этот материал также остался невостребованным Заказчиком по той же причине.

Особое внимание при проведении исследований было уделено загрязняющим веществам, ранее мало исследованным на данной территории и обладающим высокой токсичностью: As, Hg и другие тяжелые металлы, фенолы, нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен.

Работы были выполнены силами сотрудников лаборатории Региональной Экологии Аналитического центра ГИН РАН в тесном контакте со специалистами Комитета экологии и природным ресурсам Астраханской области (отбор проб воды и донных отложений водотоков и водоемов, анализ проб поверхностных и питьевых вод), ЮжНИИгипрозема (участие в составлении Ландшафтной карты Лиманского района масштаба 1: 100 000, обеспечение землеустроительными картами на территории поселков), Отдела Архитектуры области, ТИСИЗа (обеспечение топосномами на тер-

ритории поселков), АНИПИГаза и АстраханГИПРОводхоза (участие в составлении Промышленно-хозяйственной картосхемы Лиманского района масштаба 1:100 000 и сбор необходимой информации о промышленно-хозяйственной структуре района), ГМО Астрахани (отбор проб аэрозольной составляющей фонового загрязнения воздуха на ст. «Дамчик»), КаспНИИРХа (тоже, в поселках района).

До этих исследований подобные работы были выполнены для территории города Астрахани. Все полученные материалы оказались, в конечном счете, невостребованными администрациями области, Астрахани и районов, в которых проводились исследования.

Авторами, в архивах которых сохранились материалы этих исследований, подготовили ряд монографий и статей по этим материалам. Так, в 2011 году была опубликована монография, характеризующая санитарно-гигиеническую обстановку в г. Астрахани [2], в 2012 году – монография, посвященная геоэкологической характеристике территорий населенных пунктов Лиманского района [3]. Подготовлена и сдана в печать монография с аналогичными характеристиками населенных пунктов Икрянинского района. Влиянию загрязнения природных сред на здоровье населения был также посвящен ряд публикаций [4–6].

Таким образом, создана и опубликована информационная база, которая может служить основой для сравнительной характеристики с результатами последующих исследований, которые должны выявить динамику и направленность изменений экологической ситуации в регионе.

Литература

1. Богданов, Н. А. Отчет. Оценка уровня химического загрязнения территории Астраханской области. Этап II-2: «Оценка уровня химического загрязнения урбанизированных территорий Лиманского района». Часть I / Н. А. Богданов. – М. : Аналитический Центр ГИН РАН, 1995.

2. Богданов, Н. А. Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани: химическое загрязнение / Н. А. Богданов, Е. Л. Николаевская, Л. Н. Морозова, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2011. – 204 с.

3. Богданов, Н. А. Геоэкология дельты Волги: Лиманский район / Н. А. Богданов, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков, Г. Л. Шендо, В. Р. Рябикин. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2012. – 276 с.

4. Гаврилов, А. Е. Экологические приоритеты в здравоохранении Астраханской области на современном этапе / А. Е. Гаврилов, Ю. С. Чуйков, И. Н. Полуниин, А. И. Ковтунов, В. М. Карасева, И. Г. Жданова // Астраханский вестник экологического образования. 2002. – № 1(3). – С. 27–29.

5. Рыбкин, В. С. Экологически обусловленные заболевания в Астраханской области / В. С. Рыбкин, Ю. С. Чуйков, Н. А. Богданов, Г. Л. Шендо // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. Г. Г. Онищенко и А. И. Потапова. – М., 2012. – Т. 1. – С. 673–676.

6. Рыбкин, В. С. Микроэлементозы как возможные и реальные экологически обусловленные заболевания в Астраханском регионе / В. С. Рыбкин, Ю. С. Чуйков // Астраханский медицинский журнал. – 2012. – № 1. – С. 8–15.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО СОЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СОЗНАНИЕ: ВЗАИМОСВЯЗИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Л. Ю. Чуйкова

*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Необходимость формирования экологического сознания в настоящее время не вызывает сомнения не только на уровне научного сообщества, но и на уровне руководства страны. Проблема заключается не в отсутствии экологического сознания, а о его низком уровне. Ведь экологическое сознание «в самом упрощенном виде – это отношение человека к окружающему его миру. Оно может иметь различные знаки и направленность. Разрушение природы, которое без какого либо угрызения совести производит иной природопользователь, тоже результат материализации его экологического сознания» [7, с. 32]. В связи с этим, задача педагогических, культурологических и социологических исследований в этой области заключается в изучении факторов, оказывающих влияние на формирование актуального для современного этапа отношения с природой типа и уровня экологического сознания, которые можно использовать для формирования экологического сознания соответствующего качества.

Сознание российского человека находится под влиянием множества факторов. На формирование типа экологического сознания и степени его развития оказывает влияние сочетание социальных факторов, определяющих качество социокультурной среды. Несмотря на высокие культурные ценности мирового значения, созданные русским народом в области литературы, искусства и др., на основании которых мировое сообщество оценивает Россию, как высококультурную социальную систему, сознание российского народа для многих иностранцев является загадкой. В нем сочетаются и высокая эмоциональность, и рациональный расчет: в одних случаях сознание населения характеризуются нерациональностью и приверженностью идеалам, в других – отрицанием идеалов, их ниспровержением и непочтанием традиций. За последние сто лет сознание российского народа претерпело такую трансформацию, которая у западного населения происходила в течение 2–3-х столетий, а у восточных народов такой значительной трансформации сознания и вовсе не произошло. Это говорит о том, что сознание российского человека способно изменяться гораздо быстрее, чем сознание людей другого менталитета. На столь стремительную трансформацию сознания народа, которая произошла в XX веке, значительное влияние оказало давление власти (революционной, большевистской, коммунистической), использующей информационное пространство для идеологической обработки сознания.

Изучение влияния направленности и активности информационного пространства социальной системы на сознание населения – актуальная проблема современного научного исследования. С середины XX века исследователями наработан значительный научный материал о влиянии информационного пространства на индивидуальное сознание.

Информационное пространство социальной системы рассматривается рядом ученых с точки зрения его доминирующего влияния на общество, через современные информационные технологии (Й. Масуда, Д. Белл, В. Л. Иноземцев, И. Я. Левяш и др.). Однако информационное пространство оказывает влияние на сознание населения, независимо от применения современных информационных технологий.

С точки зрения М. Кастельса, информационное общество – это общество сетевое, где конкурентоспособность возможна не на основе жестких иерархий, а на основе сети – координации взаимодействия высокоавтономных единиц (корпораций, общественных объединений, армий и проч.). В таких условиях, когда человек отрывается от природных ограничителей и ориентиров, центральное значение имеет вопрос идентичности. По определению М. Кастельса, современное общество становится «специфической формой социальной организации, в которой сбор, обработка и распространение информации являются фундаментальной основой производительности и власти вследствие новых технологических условий, возникающих в этот период» [2, с. 21].

Российские исследователи вкладывают несколько иное значение в это словосочетание. Так И.С.Мелюхин полагает, что информационное общество – это общество с высоким уровнем развития и использования информационных технологий, развитыми инфраструктурами, обеспечивающими производство информационных ресурсов и возможностью доступа к информации [3, с. 12]. Становление информационного общества пролегает, по мнению В. С. Тоискина и др. через формирование информационного пространства [6].

Мы полагаем, что высокий уровень развития и использования информационных технологий и всего остального, о чем говорит И. С. Мелюхин, характеризует особую стадию общественного развития, в которой сознание индивидов имеет непосредственное «подключение» к искусственно сконцентрированному технологическими средствами информационному пространству.

Социально-философское понимание информационного пространства различается в зависимости от принятой различными авторами концепции информационного общества: экономической, политической, технологической, культурологической и др. Приверженцы экономического подхода (Д. Белл, В. Л. Иноземцев, И. Я. Левяш) видят в информационном пространстве ресурса экономического развития и управление экономическим развитием. Для разработчиков политического подхода (З. Бауман, Э. Гид-

денс, К. Лэш) информационное пространство – это поле политической борьбы за контроль над информацией. Сторонники технологического подхода (Э. Шидлер, И. С. Мелюхин, А. В. Лебедев) рассматривают информационное пространство как поле применения новых коммуникативных технологий. Для исследователей социокультурного подхода (В. Г. Черников, В. Г. Виноградский, М. В. Каткова, Е. В. Листвина Э. Тоффлер, П. К. Огурчиков, А. В. Серегин) информационное пространство – это область социальной и культурной идентификации и развития индивида.

Вместе с тем, несмотря на активнейшее исследование различных аспектов информационного пространства и его влияния на общество, А. П. Назаретян, отмечает, что зарубежные авторы практически не уделяют внимания информационно-психологической, субъектной стороне эволюции отношений [5, с. 10]. В то же время он указывает на зависимость интеллекта от емкости культурного пространства [5, с. 59].

Опираясь на работы исследователей социокультурного подхода и идеи А. П. Назаретяна о различной информационной емкости культурного пространства и его связи с качеством интеллекта, мы предположили, что существуют прямые связи между индивидуальным сознанием и информационным пространством; между доминирующими в обществе типами сознания и доминирующими информационными полями, составляющими информационное пространство социальной системы.

Исследуемое нами информационное пространство имеет социальный характер. Мы не ставим целью своей работы рассмотрение информационных составляющих космических, геологических, биологических систем, подсистем, организмов или других объектов. Поэтому рассматриваемое нами пространство можно называть также социально-информационным, в котором, безусловно, присутствует культурная составляющая.

Исходной позицией многих исследований в рассматриваемой области является философский подход к информационному пространству как к среде распространения информации в социальной системе, находящейся под влиянием культурных, экономических, политических, общественных движений, событий, явлений, достижений, предметов и других факторов.

В соответствии с трактовками, принятыми в различных словарях, информационное пространство представляет собой совокупность банков и баз данных, технологий их сопровождения и использования, информационных телекоммуникационных систем, функционирующих на основе общих принципов и обеспечивающих информационное взаимодействие организаций и граждан и удовлетворение их информационных потребностей. По нашему мнению, такой подход делает информационное пространство – сферой деятельности людей, осуществляющих коммуникации и активно использующих ресурсы информационного пространства. По нашим представлениям – информационное пространство социальной системы в совокупности с вещественно-предметными и социальными компонентами

формирует социоинформационную среду, оказывающую детерминирующее воздействие на сознание населения и общества в целом. Она задает условия жизни людей и является одним из трех основных факторов, оказывающих влияние на сознание населения [11]. В ней происходит инкультурация и социализация подрастающего поколения. Она является носителем информации не только печатной, знаковозаписанной, но и устной, депонированной в виде традиций, объектов культуры, состояния окружающей среды и т.п. В этой среде помимо физического природного пространства, в котором находится социум с его вещественно-функциональным содержанием присутствует особое пространство – информационное.

Под информационным пространством социальной системы мы понимаем часть социокультурной среды социальной системы, включающей в себя культурные и научные достижения прошлого и настоящего в виде депонированных информационных ресурсов (книги, рукописи, картины, пластинки, цифровые источники и т.п.), или сохраненных на уровне бессознательного – культурных традиций народа (уклада жизни, нравственных норм и т.п.) а также – принятые в обществе законы, нормативы, правила и иные регулятивы общественной жизни; продукция СМИ; деятельность отдельных личностей, групп и сообществ, ставшая достоянием общества; общественные акции и движения и т. п. [10, с. 28].

Все это попадая в социальное пространство в виде информации составляет информационное пространство, отражающее опыт и культуру прошлой жизни и реальную жизнь общества и всей социальной системы в настоящем во всем многообразии его проявлений.

Исследуя информационное пространство как пространство политической борьбы, А. В. Манойло (2003) так формулирует основные свойства информационного пространства:

1. Информационное пространство является базовым для понятий информационной войны и информационного оружия. Информационную войну можно определять как несанкционированную деятельность в чужом информационном пространстве.

2. Информационное пространство динамично. В нем не бывает завершенного состояния. Физические объекты, как правило, имеют строго определенные физические пределы. Отсюда возможно следующее следствие: достаточно трудно достичь постоянного информационного доминирования, хотя возможно достижение временного информационного превосходства.

3. Информационное пространство структурировано. Оно неоднородно, в нем есть аттракторы, привлекающие внимание, и барьеры, отталкивающие внимание потребителя от данной точки информационного пространства.

4. Информационное пространство всегда защищено, в нем есть места, сознательно защищаемые от чужого вхождения. Защита одновременно предполагает наличие слабых мест, служит их детектором.

5. Информационное пространство универсально: любая область человеческой деятельности опирается на него. Отсюда и возникают уникальные возможности для воздействия в любой профессиональной области.

6. Информационное пространство не связано напрямую с реальным пространством из-за его частично нематериальной природы, а также возможности использовать гражданские информационные инфраструктуры, которые достигают любой точки земного шара, тогда как привычные военные методы требуют своих собственных средств.

7. Информационное пространство обладает национально-специфическими способами построения, обработки и распространения информации [4, с. 75–76].

По нашему мнению, часть из обозначенных А. В. Манойло свойств, являются специфическими для обозначения информационного подпространства для осуществления специфической деятельности – политической, военной и т.п. Но они не являются общими свойствами информационного пространства в целом.

Добавим также, что в нашем представлении, информационное пространство не смесь информационных кластеров, как это показано в работах, посвященных коммуникационным технологиям и информатике. Оно структурировано по отдельным слоям (полям), представляющим определенные информационные области бытия и по определенным уровням [8].

Мы выделяем в информационном пространстве ряд особенностей и свойств:

1. В нем присутствуют различные по направленности информационные кластеры, структурированные по отдельным тематическим слоям.

2. Значительная часть его занята информацией о коммуникативных контактах, большей частью не имеющих познавательного значения, а имеющих значение в плане обмена информацией, нередко «неинформативной» между сознаниями индивидов, как правило, в направлении – от одной незрелой личности – к другой.

3. В этом информационном пространстве присутствуют информационные «отходы», которые не «разлагаются» со временем естественным образом, как это происходит в сбалансированном, эволюционно развивающемся социоинформационном пространстве, а остаются в нем, «отравляя» сознание подключенных к пространству индивидов.

4. Концентрация информации в пространстве все время возрастает за счет перманентного его пополнения не столько культурными достижениями, сколько бессмысленной продукцией множества индивидуальных сознаний, нередко патологического характера.

5. Доля (и плотность) информационных культурных достижений в пространстве уменьшается со временем, за счет подключения к информационному пространству все большего количества людей, как детей, так и взрослых, не являющихся их производителями (инфомедиаторами) [9].

6. Активные представители науки, культуры, общественные лидеры (инфомедиаторы) создают в информационном пространстве центры возмущения, которые могут вызывать резонанс в сознании индивидов, подключенных к информационному пространству или его отдельному кластеру, а также резонансный отклик в других информационных кластерах.

7. Качество информационного пространства и качественные показатели сознания населения находятся в прямой зависимости: чем выше первое, тем выше второе и наоборот.

8. Из последнего свойства следует, что управление информационным пространством означает – управление сознанием населения.

Между слоями информационного пространства социальной системы существуют взаимосвязи, которые определяют взаимовлияние их друг на друга. Так профессиональное пространство может возбуждать общественное информационное пространство. И, наоборот, интересы, и внимание общества могут побуждать исследователей и профессиональных исполнителей к решению насущных производственных задач и соответственно к активизации поля соответствующей направленности и заполнению информационного пространства новой информацией. Под влиянием научного и профессионального развития происходят стремительные изменения в соответствующих информационных слоях, однако не все они попадают в информационное пространство социальной системы и, следовательно, большей частью проходят мимо сознания населения, не оказывая на него никакого влияния. Однако, существуют информационные поля, наиболее приближенные к сознанию населения – это информационное поле, генерируемое средствами массовой информации (которое в значительной степени управляемо государством и экономическими интересами его владельцев) и информационное пространство системы образования, которое часто называют образовательной средой.

Связи человека с информационным пространством или его отдельными слоями – «диагональные», так как информационное пространство не подразумевает уровень обмена информацией между индивидами, а подразумевает взаимодействие с информационным полем. Однако, информационный обмен может быть непосредственный – от одного человека к другому, минуя информационное пространство – эти связи «горизонтальные» [11].

Сначала осуществляется естественное формирование связей с информационным пространством и выбор направленности в соответствии с индивидуальной предпочтительностью определенной области бытия: экологической, политической, экономической и пр. В дальнейшем человек предпочитает «подключаться» именно к тем информационным полям, ко-

торые соответствуют его интересам или жизненной потребности. В зависимости от социальной или индивидуальной ориентации его сознания, формируются каналы информационного обмена, по которым информация беспрепятственно проникает в сознание. Не все направления информационного культурного пространства могут быть приняты индивидуальным сознанием: какие-то информационные поля не вызывают в нем отклика – сознание может быть не готово воспринимать информацию или блокирует ее поступление, какие-то – вызывают ее неприятие (эмоциональное, нравственное, идеологическое и т.п.), какие-то – воспринимаются, резонируют с собственными представлениями и чувствами, вызывают ответную реакцию. Так формируются устойчивые каналы связи между сознанием и конкретными информационными полями социального информационного пространства. При этом, по мере упрочения этих каналов, у человека возникает потребность оказывать влияние на эти поля, вызывать в них возмущение, резонанс, ответную реакцию.

Помимо связей с информационным социальным пространством, у каждого человека формируются свои отношения с природой, окружающей человека и находящейся внутри социальной системы. Эти отношения относятся к «вертикальным», так как, несмотря на то, что они действуют внутри социальной системы, но между элементами двух разных систем: общества (в лице конкретного человека) и природы (в «лице» конкретных объектов или явлений природы, таких, как водоем, лес, горы, гроза и т. п.) [10, с. 26] Среди комплекса связей человека с природой отметим эстетические, практические и научно-познавательные. В последних природа выступает как источник познания, получения информации, выработки новых культурных достижений.

Информационное пространство несет несколько важных функций, среди которых не только обмен информацией, но и обмен эмоциональной энергией. Если информационное пространство «заполнено» информацией об определенном значительном событии, то это вызывает переориентацию направленности сознания людей на ту область знания, которая соответствовала этой информации. Так, информация о полете человека в космос в 1961 году буквально «взорвала» мировое информационное пространство. Под влиянием этого события в различных странах люди стали проявлять интерес к космонавтике: многие – интересовались событиями, происходящими в этой области, часть молодежи – погрузилась в эту область знаний и сориентировалась в выборе будущей профессии. Появилось множество публикаций в газетах и журналах, было снято множество научно-популярных и художественных фильмов, было организовано множество конкурсов, олимпиад, выставок и других просветительских акций, посвященных этой новой области информационного пространства. Сознание многих людей изменило свою направленность, а у многих – сформировался тип сознания, сориентированный на поиски космических внеземных

контактов, на исследования в области космического взаимодействия и космического пространства.

Информация, распространенная в информационном пространстве социальной системы, может также выступать в роли фактора влияния не на сознание в целом, а, локально – на определенный его эмоциональный ответ. Например, активизация религиозного поля в информационном пространстве социальной системы посредством запуска активной и насыщенной информации о наступлении Пасхи, вызывает у людей адекватный комплекс эмоциональных реакций: состояние любви, милосердия, душевного праздника, ожидание радости, религиозного восторга и т.п.

Таким образом, в зависимости от степени возбуждения определенного тематического информационного поля, от его напряженности, плотности распространения и источников активизации поля, может наступить резонансное возбуждение того аспекта сознания человека, на которое ориентировано это поле. Так, в 2008 г. научное информационное пространство активизируется информацией, связанной с планируемым запуском Большого адронного коллайдера. Тематика информационного поля затрагивала тему безопасности этого проекта, что способствовало привлечению внимания населения. Последующее его «возбуждение» от выступлений ученых в СМИ способствовало просвещению населения в области ядерной физики: активизировался интерес молодежи к физике, астрономии, к научным теориям и технологиям, используемым в данной области, а у научно подготовленных людей (ученых из смежных областей науки) – к просчету вероятности неблагоприятных последствий и возможности открытия новых элементарных частиц.

Приведенные примеры показывают, что информация может активно воздействовать как на оценочный аспект сознания, так и на познавательный (по М. В. Демину) [1]. Информация из информационного пространства может вызвать резонансное «возбуждение» в сознании. Резонансная реакция сознания-«приемника» информации, в значительной мере зависит от того, какой аспект сознания – познавательный или оценочный – резонирует с активным информационным полем. В зависимости от этого, действие информации приводит к различным эффектам и последствиям, как для индивидуального сознания, так и для социальной системы в целом.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что:

1. Информация, попадающая в информационное пространство социальной системы оказывает влияние на сознание людей, активизируя познавательный или ценностный (эмоционально-чувственный) аспект;
2. Связи информационного пространства и сознания индивида могут быть разнообразными по силе, по степени резонирования сознания от поступающей из информационного поля информации и наоборот, разнообразными по степени возбуждения информационного поля – от информации, передаваемой в пространство индивидуальным сознанием.

Литература

1. Демин, М. В. Проблемы теории личности / М. В. Демин. – М. : Изд-во МГУ, 1977. – 240 с.
2. Кастельс, М. Информационная эра: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – М., 2000. – 608 с.
3. Мелюхин, И. С. Информационное общество: истоки, проблемы, тенденции развития / И. С. Мелюхин. – М., 1999. – 208 с.
4. Манойло, А. В. Государственная информационная политика в особых условиях : монография / А. В. Манойло. – М. : МИФИ, 2003. – 388 с.
5. Назаретян, А. П. Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории. Синергетика – психология – прогнозирование / А. П. Назаретян. – М. : Мир, 2004. – 368 с.
6. Тоискин, В. С. Антропологический аспект проектирования информационного пространства единого педагогического комплекса : монография / В. С. Тоискин, В. В. Красильников. – Ставрополь : Изд-во СГПИ, 2008. – 164 с.
7. Чуйков, Ю. С. Размышления об экологическом сознании. Часть 1 / Ю. С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2002. – № 1 (3). – С. 32–37.
8. Чуйкова, Л. Ю. Некоторые аспекты формирования экологического информационного пространства на различных социальных уровнях / Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков // Инновации в развитии социально-экологического образования населения. Кластерный подход : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (29–30 мая 2012 г.). – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. – С. 275–279.
9. Чуйкова, Л. Ю. Инфомедиаторы (резонаторы) экологического информационного пространства социальной системы России и их влияние на экологическое сознание населения / Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2012. – № 1(19). – С. 69–75.
10. Чуйкова, Л. Ю. Экологическая модель социальной системы: взаимосвязь и взаимообусловленность развития социальной и природной систем / Л. Ю. Чуйкова // Астраханский вестник экологического образования. – 2011. – № 2(18). – С. 20–33.
11. Чуйкова, Л. Ю. Влияние социальных факторов на экологическое информационное пространство и типологизацию сознания населения / Л. Ю. Чуйкова // Астраханский вестник экологического образования. – 2011. – № 2 (18). – С. 35–45.

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТОВ СВ-1-А2 И СВ-1-А3 ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ КАДМИЯ

Н. М. Алыков, Е. Ю. Шачнева, Д. Е. Арчибасова, Э. А. Тимошадченко
*Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Содержание в воде соединений тяжелых металлов ухудшает состояние водных объектов, ухудшая показатели качества воды. Так кадмий относится к одному из самых токсичных тяжелых металлов и поэтому Росхимнадзором он отнесен ко 2-му классу опасности – «высокоопасные вещества».

Присутствует кадмий в определенных количествах и в воздухе. По зарубежным данным содержание кадмия в воздухе составляет $0,1-5,0 \text{ нг/м}^3$ в сельской местности, $2-15 \text{ нг/м}^3$ – в городах и от 15 до 150 нг/м^3 – в промышленных районах. Связано это, в частности, и с тем, что многие угли содержат кадмий в виде примеси и, при сжигании на теплоэлектростанциях, он попадает в атмосферу, большая его часть оседает на почву.

Кадмий присутствует в воде в растворенном виде (сульфат, хлорид, нитрат кадмия) и во взвешенном виде в составе органо-минеральных комплексов. Стоки рудообогатительных фабрик, заводов по производству цветных металлов, химических и прочих промышленных предприятий вносят в наше время основной вклад в сбросы кадмия в природу. На содержание кадмия в воде существенное влияние оказывает рН среды, а также сорбционные процессы.

Поступая в пресные водоемы и моря, растворенный кадмий осаждается и накапливается в донных осадках. Токсичное действие кадмия проявляется уже при очень низких концентрациях. Естественными источниками поступления кадмия в организм служат пища (90–95 %), вода (5–10 %) и воздух (примерно 1 %). ПДК для питьевой воды по кадмию составляет $0,01 \text{ мг/дм}^3$, для длительного орошения всех почв и сельскохозяйственных водоемов – $0,005 \text{ мг/дм}^3$. Кроме того, смертельная доза для человека составляет 150 мг/кг массы через 1,5 ч. Содержание кадмия в крови и моче в концентрации более $0,02 \text{ мг/дм}^3$ служит доказательством его поступления в организм в токсических дозах.

Отрицательный эффект воздействия наблюдается также на очистные сооружения и предприятия. Так концентрация кадмия в $1-5 \text{ мг/дм}^3$ вредно действует на очистные сооружения канализации, а $5,2 \text{ мг/дм}^3$ снижает эффект очистки стоков на фильтрах-перколяторах. В водопроводной системе, даже после осаждения и фильтрования воды, содержание кадмия снижается лишь на 60 %. При биологической очистке из сточных вод извлекается от 30 до 80 % кадмия. Химическая очистка сточных вод от кадмия осуществляется добавлением щелочи. На предприятиях цветной металлургии эффект очистки сточных вод от кадмия известью достигает 98,93 %. Эффект очистки сточных вод от кадмия обратным осмосом составляет 98–99 %, адсорбцией активным углем – 99,7 %, осаждением, осветлением и фильтрованием через песок удается снизить содержание кадмия от 0,7 до $0,08 \text{ мг/дм}^3$.

Таким образом, тяжелые металлы являются серьезными загрязнителями окружающей среды, оказывающими неблагоприятное воздействие на человека, животных, растения, а также на процессы самоочищения водоемов и работу очистных сооружений. А в связи с их широким применением в различных областях промышленности и жизнедеятельности человека, рассматриваемая тематика, а также исследования в данной области являются, несомненно, актуальными и сейчас [1].

В работе приведены способы получения модифицированных сорбентов на основе опок Астраханской области. Изучена адсорбция кадмия на сорбентах СВ-1-А2 и СВ-1-А3, рассчитаны изменение энтальпии (ΔH), изобарно-изотермического потенциала (ΔG) и энтропии (ΔS) сорбции, рассмотрена кинетика сорбции. Изучена возможность очистки воды от ионов кадмия с использованием данных сорбентов [2–12].

Способ получения сорбента СВ-1-А2. К 100 г тонкоизмельченного сорбента СВ-1-А с размерами частиц около 0,01 мм в поперечнике прибавляем 100 см³ флокулянта Z-92. Полученный раствор тщательно перемешивают и дают отстояться, сливают оставшуюся жидкость и заливают 500 см³ дистиллированной воды, постоянно перемешивая. Повторяют процедуру, затем оставляем сорбент на 1 час. Полученный сорбент высушивают в тонком слое при температуре 50-60⁰С, постоянно перемешивая.

Способ получения сорбента СВ-1-А3. К 100 г тонкоизмельченного сорбента СВ-1-А с размерами частиц около 0,01 мм в поперечнике прибавляем 100 см³ флокулянта А-1510. Полученный раствор тщательно перемешивают и дают отстояться, сливают оставшуюся жидкость и заливают 500 см³ дистиллированной воды, постоянно перемешивая. Повторяют процедуру, затем оставляем сорбент на 1 час. Полученный сорбент высушивают в тонком слое при температуре 50-60⁰С, постоянно перемешивая.

Получение данных для построения градуировочного графика. В серию из 10 пробирок объемом 20 см³ вносили 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0 см³ раствора соли кадмия с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М, к раствору прибавляли по 4 см³ раствора органического реагента ПАР (4-(2-пиридилазо)резорцина) и доводили объемы растворов дистиллированной водой до 20 см³. Полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 530 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. По результатам измерений строили градуировочный график.

Изучение адсорбции ионов кадмия на сорбентах СВ-1-А2 и СВ-1-А3. В серию из 10 пробирок объемом 20 см³ вносили 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0 см³ раствора соли кадмия с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М, прибавляли необходимое количество дистиллированной воды. В полученный раствор вносили по 1 г сорбента, встряхивали 3 мин, отстаивали, центрифугировали при 3000 об./мин. В полученные растворы вносили по 4 см³ раствора органического реагента ПАР. Полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 530 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. Опыты проводили при 277, 298, 313 К. Строили графические зависимости оптической плотности от концентрации Cd(II).

На основании градуировочного графика, с использованием результатов опытов, определяли равновесные концентрации исследуемых веществ. Строили изотермы сорбции в координатах «сорбция (Γ) – равновесная концентрация [с]». Сорбцию (Γ) рассчитывали по уравнению (1):

$$\Gamma = \frac{(C_0 - [C]) \cdot M \cdot V}{1000 \cdot m}, \quad (1)$$

где C_0 – исходная концентрация сорбата, моль/дм³; V – объем исследуемого раствора, см³; $[C]$ – остаточная (равновесная) концентрация сорбата, моль/дм³; M – молярная (или атомная) масса сорбата, моль/дм³; m – масса сорбента, г.

Изотермы сорбции были перерасчитаны в изотермы уравнения Ленгмюра, а с их использованием были рассчитаны константы сорбции (K) и величина предельной сорбции (Γ_∞) при 277, 298 и 313 К. По величинам констант сорбции были рассчитаны изменение энтальпии (ΔH) и изобарно-изотермического потенциала (ΔG), а с их использованием были рассчитаны значения изменения энтропии (ΔS) (2-4).

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \ln \frac{K_i}{K_k}}{T_i - T_k} \quad (2)$$

$$\Delta G_i = -RT_i \ln K_i \quad (3)$$

$$\Delta S_i = \frac{\Delta H - \Delta G_i}{T_i} \quad (4)$$

Результаты опытов и расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики сорбции ионов кадмия на сорбентах СВ-1-А2 и СВ-1-А3 ($n=6$, $t_p=0,95$, $S=2,57$)

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбенты	
		СВ-1-А2	СВ-1-А3
Константы сорбции · 10 ⁻³	277	4,17	2,47
	298	4,44	1,34
	313	1,60	0,3
-ΔG, кДж/моль	277	28,62	34,26
	298	28,74	35,07
	313	31,27	49,36
-ΔH, кДж/моль		5,08	2,55
-ΔS, Дж·моль/К	277	96,02	114,55
	298	96,42	117,60
	313	99,88	157,62
Емкость сорбента (A _∞), мг/г	277	66,67	62,50
	298	100,00	83,33
	313	50,00	50,00

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что сорбция ионов кадмия на сорбентах идет достаточно активно. Величины изменения изобарно-изотермического потенциала свидетельствуют о самопроизвольном характере процесса сорбции. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбции-

онных комплексов, при этом емкость сорбента по отношению к тяжелым токсичным металлам достаточно высока, что позволяет извлекать из воды достаточно большие количества кадмия.

Кинетика сорбции ионов кадмия на сорбентах СВ-1-А2 и СВ-1-А3. В колбу на 500 см³ вносили 20 см³ раствора кадмия с концентрацией 1·10⁻³ М, доводили объем раствора до 500 см³. В полученный раствор вносили 20 г мелкораздробленного сорбента, одновременно включали секундомер, быстро перемешивали смесь. Полученные растворы исследовали при температурах 298, 277 и 313 К. Через определенные промежутки времени отбирали пробы мутного раствора, отфильтровывали через стеклянный фильтр или центрифугировали их. Отбор проб проводили через определенные промежутки времени до 30 мин.

В осветленные растворы вносили по 4 см³ раствора ПАР с концентрацией 1·10⁻³ М, полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 530 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. По величинам оптической плотности были построены изотермы кинетики сорбции в координатах «оптическая плотность (А) – время (τ)».

По результатам исследований были рассчитаны константы кинетики сорбции, S[#] и E_{акт} ионов кадмия на модифицированных сорбентах при температурах 277, 298 и 313 К:

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{A_0}{A_i}, \quad (5)$$

где A₀ – исходная оптическая плотность; A_i – оптическая плотность раствора в момент времени τ; τ – время, с.

По графикам Аррениуса в координатах «lnK – 1/T» рассчитаны величины энергии активации кинетики сорбции (E_{акт}), а также с использованием уравнения Эйринга изменение энтропии образования сорбционных комплексов (S[#]):

$$\ln PZ_0 = 10,36 + \ln T + \frac{\Delta S^\#}{R} \quad (6)$$

В уравнении (6) PZ₀ – предэкспоненциальный фактор в уравнении Аррениуса, ΔS[#] – изменение энтропии активации формирования активированного комплекса, R – газовая постоянная, T – температура.

Результаты расчетов констант кинетики сорбции, E_{акт} и ΔS[#] ионов кадмия на модифицированных сорбентах приведены в табл. 2.

Таблица 2

Термодинамические характеристики кинетики сорбции ионов кадмия на сорбентах СВ-1-А2 и СВ-1-А3 ($n = 6$, $P = 0,95$, $t_p = 2,57$)

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбенты	
		СВ-1-А2	СВ-1-А3
Константы скоростей $K \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ при температурах, К	277	3,43	0,65
	298	3,64	0,84
	313	3,20	0,47
$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	В пределах от 277 до 313 К	5,15	2,49
$-\Delta S^\#$, Дж/моль·К	277	2,35	2,36
	298	2,36	2,37
	313	2,34	2,35

Как видно из результатов опытов, сорбция протекает достаточно быстро, и заканчивается за три минуты, что позволяет сделать вывод о том, что сорбат практически полностью сорбируется на сорбентах.

Результаты очистки воды от ионов кадмия с использованием сорбентов СВ-1-А2 и СВ-1-А3. Были проведены опыты по очистке воды от ионов кадмия. Загрязнители вносили в исходную воду в количествах, указанных в табл. 3. Эффективность очистки рассчитывалась по формуле:

$$\Xi = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100\% \quad (7)$$

где Ξ – эффективность очистки, %; C_0 – исходная концентрация, моль/дм³; C – остаточная концентрация, моль/дм³.

Результаты расчетов эффективности очистки воды от ионов кадмия сорбентами СВ-1-А2 и СВ-1-А3 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Эффективность очистки воды от ионов кадмия сорбентами СВ-1-А2 и СВ-1-А3 ($n = 6$, $t_p = 0,95$, $S = 2,57$)

Сорбент	Исходная концентрация $\cdot 10^4$, моль/дм ³	Концентрация после сорбции $\cdot 10^4$, моль/дм ³			Эффективность очистки, %		
		Температура, К			277	298	313
		277	298	313			
СВ-1-А2	0	0	0	0	0	0	0
	0,05	0,010	0,015	0,030	80,00	70,00	20,00
	0,10	0,012	0,030	0,040	88,00	70,00	30,00
	0,25	0,013	0,050	0,070	94,80	80,00	62,00
	0,50	0,015	0,055	0,095	97,00	89,00	80,00
	0,75	0,016	0,060	0,100	97,87	92,00	86,00
	1,00	0,018	0,065	0,105	98,20	93,50	89,00
	1,25	0,020	0,070	0,110	98,40	94,40	90,40
	1,50	0,025	0,075	0,120	98,33	95,00	91,33
	2,50	0,030	0,080	0,130	98,80	96,8	100,00

СВ-1-А3	0	0	0	0	0	0	0
	0,05	0,018	0,030	0,045	64,00	40,00	10,00
	0,10	0,030	0,050	0,060	70,00	50,00	40,00
	0,25	0,050	0,090	0,080	80,00	64,00	68,0
	0,50	0,055	0,095	0,150	89,00	81,00	70,00
	0,75	0,060	0,100	0,165	92,00	86,67	78,00
	1,00	0,061	0,120	0,180	93,90	88,00	82,00
	1,25	0,063	0,140	0,190	94,96	88,80	84,80
	1,50	0,065	0,150	0,195	95,67	90,00	87,00
	2,50	0,070	0,160	0,200	97,20	93,60	92,00

Результаты, приведенные в табл. 3, однозначно свидетельствуют о высокой эффективности использования новых модифицированных сорбентов СВ-1-А2 и СВ-1-А3, созданных на основе опок Астраханской области, для очистки воды от тяжелых токсичных металлов, таких как кадмий, со степенью очистки до 98 %. Для очистки возможно использовать воду из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, речную, озерную и артезианские воды. Все это говорит о целесообразности использования природных ресурсов Астраханской области – опок и созданных на их основе сорбентов для решения ряда экологических проблем, связанных с очисткой природных и сточных вод от тяжелых токсичных металлов, таких как кадмий.

Литература

1. Шачнева, Е. Ю. К вопросу об использовании методов очистки сточных вод от токсикантов различных классов / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков, Т. В. Алыкова, А. С. Ахмеджанова // Наука Красноярья. – 2012. – № 3. – С. 24–30.
2. Шачнева, Е. Ю. Изучение сорбции флокулянтов на сорбенте СВ-1-А / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 8. – С. 39–42.
3. Шачнева, Е. Ю. Использование сорбента СВ-1-А для очистки воды от флокулянтов / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Естественные науки. Журн. фонд. и прикладн. исследований. – 2009. – № 4(29). – С. 158–167.
4. Шачнева, Е. Ю. Исследование процесса сорбции флокулянтов на сорбенте СВ-1-А / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2010. – № 8. – Т. 53. – С. 50–54.
5. Шачнева, Е. Ю. Сравнительное изучение адсорбции флокулянта КП-1020 на сорбенте СВ-1-А фотометрическим и вискозиметрическим методами / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Естественные науки. Журн. фонд. и прикладн. исследований. – 2011. – № 1. – С. 220–226.
6. Шачнева, Е. Ю. Физико-химия адсорбции флокулянтов и синтетических поверхностно-активных веществ на сорбенте СВ-1-А : дис. ... канд. хим. наук / Е. Ю. Шачнева. – Махачкала, 2011. – 139 с.
7. Шачнева, Е. Ю. Поверхностно-активные вещества и флокулянты в объектах окружающей среды. Методы концентрирования, определения и удаления : монография / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков, Т. В. Алыкова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Н. М. Алыкова. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2011. – 107 с.
8. Шачнева, Е. Ю. Сорбционное концентрирование флокулянтов и СПАВ : монография / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков, Т. В. Алыкова. – Германия : Lambert. Academic Publishing, 2011. – 118 с.

9. Шачнева, Е. Ю. Оценка влияния флокулянтов различных классов на природные и промышленные объекты / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Водочистка. – 2011. – № 3. – С. 27–30.

10. Шачнева, Е. Ю. Проблемы очистки воды от поверхностно-активных веществ / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань, 2009. – № 2 (33). – С. 106–111.

11. Шачнева, Е. Ю. Сорбент для очистки воды от флокулянтов / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Экология и промышленность России. – 2010. – № 8. – С. 20–21.

12. Шачнева, Е. Ю. Новые методики определения СПАВ в воде / Е. Ю. Шачнева, Н. М. Алыков // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 5. – С. 44–48.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. Каргаполова

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Одним из важнейших показателей развития региона как социокультурной территориальной общности являются демографические процессы, свидетельствующие о способности населения к количественному и качественному воспроизводству. Население обладает различными качествами (потенциалами) – культурным, образовательным, трудоспособности, здоровья, жизненности и т. п. Трудно говорить о подлинном развитии, если население утрачивает способности сохранять, развивать и воспроизводить свои качества, а также производить ресурсы, необходимые для поддержки и развития этих потенциалов.

Обратимся к исследованию демографического потенциала населения Астраханской области (см. табл. 1). Работа с комплексом переменных осуществляется по следующему алгоритму.

На первом этапе осуществляется выборка количественных статистических данных по Астраханской области, в среднем по Российской Федерации и по Южному Федеральному округу. Это позволяет оценить «ретроспективный» (на основе динамики переменных за последние десятилетия), «исходный» (факторные показатели), и «перспективный» (деятельностные показатели) потенциал региона в пространстве страны и пространстве ближайшего окружения в границах федерального округа. Динамика переменных рассчитывается по статистическим данным в процентном соотношении. Определение динамики развития региона предложено рассчитывать на основе сравнения количественных переменных потенциала социального развития на начало и конец анализируемого периода. Для упрощения дальнейших расчетов эти переменные соотносятся с единицей и далее наделяются положительным (в ситуации, повышающей потенциал соци-

ального развития) и отрицательным (в случае изменения, снижающего потенциал социального развития) значением.

На втором этапе количественные показатели соотносятся с качественными уровнями, предложенными в 2010 г. группой экспертов-участников Всероссийской программы «Социокультурная эволюция регионов России под руководством Н. И. Лапина в разработанной ими методике визуализации полученных параметров. Все параметры были разделены на пять нормативных уровней, или интервалов значения большинства показателей (индексов и индикаторов): низкий (Н), ниже среднего (НС), средний (С), выше среднего (ВС), высокий (В) (см. приложение 1). При этом, отмечает Н. И. Лапин, «интервал «средний уровень», как правило, строится таким образом, чтобы в него попадали средние общероссийские величины» [1, с. 53]. Таким образом, Российская Федерация условно позиционируется как некая модель «исходного» и «перспективного» потенциала социального развития ее регионов в 2009 г., качественные изменения уровней в пространственно-временном преломлении – как отклонения от этой модели.

На третьем этапе по каждой из составляющих потенциала социального развития региона для оценки «ретроспективного» потенциала производится вычисление среднего арифметического количественных значений динамических показателей и их сравнение с аналогичными показателями по РФ и ЮФО. Для оценки «исходного» потенциала – сравнение количественных значений и качественных уровней факторных переменных. При анализе «перспективного» потенциала – аналогичная процедура с деятельностными показателями.

На четвертом этапе – результаты оценки демографического потенциала региона интегрируются в профиль потенциала.

Таблица 1

Индикаторы демографического потенциала Астраханской области

Показатель	Астраханская область		РФ		ЮФО	
	значение	уровень	значение	уровень	значение	уровень
Факторные показатели						
Численность населения (на 1 января 2010 г., тыс. чел.)	1007,1	НС	141914	-	22969	-
Динамика численности населения (1990–2009 гг.)	+0,007	НС	-0,004	-	+0,085	-
Плотность населения (чел./кв. км., 2009 г.)	20,55	НС	8,3	Н	38,8	С
Доля городского населения от общего числа населения (% , 2009 г.)	65,8	С	73,1	ВС	56,8	НС

Доля сельского населения	34,2	BC	26,9	C	43,2	B
Динамика (снижение) численности городского населения (1990–2009 гг.)	-0,024	BCC	-0,007	BC	-0,032	CHC
Доля населения, проживающего в областном центре (% , 2009 г.)	50	B	-	-	-	-
Этнический состав населения (2002 г.)						
Всего этнических групп	176	B	-	-	-	-
многочисленных этнических групп (в %): русские, казахи, татары, украинцы, чеченцы	93,5	B	-	-	-	-
Деятельностные показатели						
Коэффициент рождаемости (число родившихся на 1000 чел., 2009 г.)	14,2	BC	12,4	BC	14,0	BC
Динамика (снижение) коэффициента рождаемости (1990–2009 гг.)	-0,060	BBC	-0,075	BC	-0,108	BBC
Коэффициент смертности (число умерших на 1000 чел., 2009 г.)	13,4	HC	14,2	C	12,0	HC
Динамика (рост) коэффициента смертности (1990–2009 гг.)	-0,224	HNC	-0,211	HC	-0,067	HNC
Коэффициент младенческой смертности (число умерших до 1 года на 1000 родившихся живыми, 2009 г.)	8,2	HC	8,1	HC	10,3	BC
Динамика (снижение) коэффициента младенческой смертности (1990–2009 гг.)	+0,500	BC	+0,534	BC	+0,440	BBC
Ожидаемая продолжительность жизни всего населения (число лет, 2009 г.)	68,51	BC	68,87	BC	70,57	BC

Динамика (рост) ожидаемой продолжительности жизни всего населения (2000–2009 гг.)	+0,045	СВС	+0,048	СВС	+0,047	СВС
Ожидаемая продолжительность жизни мужчин (число лет, 2009 г.)	62,54	С	62,77	С	65,27	ВС
Динамика (рост) ожидаемой продолжительности жизни мужчин (2000–2009 гг.)	+0,064	НСС	+0,059	НСС	+0,058	СВС
Ожидаемая продолжительность жизни женщин (число лет, 2009 г.)	74,16	С	74,67	С	75,78	ВС
Динамика (рост) ожидаемой продолжительности жизни женщин (2000–2009 гг.)	+0,018	С	+0,032	С	+0,025	СВС
Коэффициент естественного прироста (на 1000 человек населения, 2009 г.)	0,8	ВС	-1,8	С	2,0	ВС
Динамика (снижение) коэффициента естественного прироста (1990–2009 гг.)	-0,830	ВВС	-2,222	ВСС	-0,555	ВС
Коэффициент брачности (количество браков на 1000 чел. населения, 2009 г.)	8,5	С	8,5	С	8,2	С
Динамика (снижение) коэффициента брачности (1990–2009 гг.)	-0,023	С	-0,045	С	-0,109	ВСС
Коэффициент разводимости (количество разводов на 1000 чел. населения, 2009 г.)	5,3	ВС	4,9	С	4,0	НС
Динамика (рост) коэффициента разводимости	-0,321	НСВС	-0,224	НСС	-0,025	НС

Факторными социально-демографическими показателями потенциала социального развития региона являются численность и плотность населения, доля городского населения от общего числа населения, доля населения, проживающего в областном центре, этнический состав населения.

В Астраханской области в 2009 г. проживало 1007,1 тыс. человек (уровень «ниже среднего»). Численность населения за период 1990–2009 гг. увеличилась на 0,7 % (при общероссийском тренде снижения этого показателя на 0,4 %), тогда как население ЮФО увеличилось на 8,5 %. Это свидетельствует о том, что за последние десятилетия вследствие депопуляции, охватившей всю России и практически все ее субъекты, был нарушен процесс естественного воспроизводства населения, что негативно сказывается на демографическом социальном развитии. На фоне среднероссийских показателей можно говорить о позитивной тенденции преодоления депопуляции, но по сравнению с аналогичным процессом в ЮФО в целом эта тенденция является очень хрупкой. ЮФО в этом смысле обладает более мощным демографическим потенциалом, при чем за счет народов Кавказа, ориентированных на многодетную семью.

Плотность населения в области в 2009 г. составила 20,55 чел/кв. км (уровень «ниже среднего», что превышает среднероссийские показатели (8,3 чел/кв. км, низкий уровень, но ниже, чем в среднем по ЮФО (38,8 чел/кв. км, средний уровень).

Доля городского населения от общего числа населения в 2009 г. составила 65,8 % (средний уровень), что качественно ниже, чем в среднем по России (73,1 %, уровень «выше среднего»), но качественно выше, чем в среднем по ЮФО (56,8 %, уровень «ниже среднего»). Сам по себе средний уровень доли городского населения в регионе является благоприятным в социодинамике региона, но существенным фактором снижения демографического потенциала, на наш взгляд, может стать уменьшение доли городского населения, который наблюдается как в РФ в целом (за период 1990–2009 гг. с 73,8 % на 0,7 %, при сохранении уровня «выше среднего»), так и в Астраханской области (на 2,4 %, при качественном переходе от уровня «выше среднего» к среднему). В ЮФО этот процесс масштабнее, количество горожан снизилось с 1990 г. на 3,2 % при качественном переходе от среднего уровня к уровню «ниже среднего». Уровень доли сельского населения в регионе (34,2 %) при этом оценивается как «выше среднего», в РФ – средний уровень (26,9 %), ЮФО – высокий уровень (43,2 %). Причинами начала процесса разрушения городской культуры являются деградация промышленности в постсоветский период, сокращение производственных центров в городах, а также увеличение сельского населения за счет мигрантов, в том числе из-за рубежа.

Важнейшим факторным демографическим показателем потенциала социального развития является этнический состав населения. Астраханская область является одной из самых полиэтничных среди «русских» регионов

Российской Федерации. На сегодняшний момент на территории Астраханской области проживают представители 176 этносов (высокий уровень). Наиболее многочисленными из них являются русские, казахи, татары, украинцы и народы Северного Кавказа. Пять наиболее многочисленных этнических групп составляют 93,5 % населения (высокий уровень). Значительным демографическим и этнокультурным потенциалом обладают калмыки, азербайджанцы, армяне, ногайцы, цыгане, туркмены, узбеки, евреи, немцы.

Необходимо подчеркнуть, что Южный Федеральный округ является самым полиэтничным в Российской Федерации. На фоне высокого потенциала межэтнической напряженности, которая существует в Дагестане, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, Адыгее, Ставропольском и Краснодарском краях, то есть практически по всей территории Южного федерального округа, Астраханская область продолжает оставаться относительно стабильной в этноконфессиональном плане.

Рассмотрим деятельностные социально-демографические показатели состояния потенциала социального развития Астраханской области.

Регион в целом с 2005 г. характеризуется повышением рождаемости и снижением смертности. По количеству деторождений область в 2009 г. занимает 18-е место в РФ и превышает среднероссийские показатели и показатели в среднем по ЮФО. Из статистических данных следует, что коэффициент рождаемости в регионе с 1990 г. превышает среднероссийский. Благоприятной для потенциала социального развития является снижение коэффициента младенческой смертности в области за период 1990–2009 гг. на 50%, что практически повторяет общероссийскую тенденцию (+53 %) и несколько превышает показатели по ЮФО (+44 %). За этот период в регионе, как и в РФ, произошел качественный переход по этому показателю – от высокого уровня к среднему, а в ЮФО – от высокого уровня к уровню «выше среднего». После некоторого повышения с 1990 по 1995 гг. с 1996 г. по 2009 г. младенческая смертность сократилась практически в 2 раза (64-е место в РФ в 2009 г., 9-е место в ЮФО), что превышает аналогичные показатели по ЮФО и практически тождественно среднероссийским показателям.

Таким образом, можно сказать, что повышение рождаемости в регионе является благоприятной тенденцией. Но необходимо также отметить, что среди соседей региона находятся лидеры по рождаемости в Российской Федерации – Чечня (1-е место по рождаемости в РФ), Дагестан (4-е место по рождаемости в РФ) и Ингушетия (5-е место по рождаемости в РФ), что существенно повышает их демографический потенциал.

Наметившаяся тенденция роста численности населения в регионе не умаляет остроту демографических проблем региона, о чем свидетельствуют динамические характеристики рождаемости и смертности за период 1990–2009 гг. Коэффициент рождаемости за этот период снизился на 6 %, что несколько выше среднероссийских показателей (-7,5 %) и показателей

по ЮФО (-10,8 %). Снижение потенциала социального развития в области в этом смысле выражается в меньшей степени, чем по РФ и ЮФО, но в Астраханской области, как и в ЮФО, произошло качественное снижение рождаемости с высокого уровня до уровня «выше среднего», а в РФ в целом снижение глубже – преодолены два качественных уровня в движении вниз от высокого уровня к среднему.

Смертность в регионе с 1990 г. ниже, чем в среднем по стране, но выше чем в среднем по ЮФО (среди соседей – регионы «кавказских долгожителей», лидеры в РФ – Чечня, Дагестан и Ингушетия). По сравнению с ЮФО и РФ в области наблюдается самая существенная динамика повышения смертности за период 1990–2009 гг. – на 22,4 % (при общероссийских показателях 21,1 % и показателях по ЮФО 6,7 %). В регионе, как и по ЮФО, уровень коэффициента смертности понизился от низкого к уровню «ниже среднего», а в РФ – также как и в случае с рождаемостью наблюдается понижение на два качественных уровня – от низкого к среднему.

Судя по статистическим данным, можно говорить в росте ожидаемой продолжительности жизни населения области. Если с 2000 по 2005 гг. ожидаемая продолжительность жизни снижалась с 65,37 до 64,83 лет, то в 2006 г. этот показатель составил 66,14 лет, в 2009 г – 68,31 лет (35-е место в РФ, уровень), что несколько ниже, чем в среднем по РФ (68,67 лет). Показатели ожидаемой продолжительности жизни в регионе, по РФ в целом и по ЮФО находятся одном качественном уровне – «выше среднего», динамика за период 2000–2009 гг. примерно также одинаковая и в количественных показателях (+4,5–4,8 %), и в качестве перехода от среднего уровня к уровню «выше среднего». При этом регион по ожидаемой продолжительности жизни занимает последнее место в ЮФО (1-е место – Ингушетия, 2-е место – Чечня, средние показатели по ЮФО – 70,57 лет).

На наш взгляд, одна из самых главных причин – экологическая обстановка в регионе, обусловленная развитием в области газодобывающей промышленности. Кроме того, исследования регионов России с помощью методов математического анализ, проведенные Н. Л. Русиновой, Л. В. Пановой и В. В. Сафроновой, убедительно показали, что важнейшей социальной характеристикой, обладающей значительным потенциалом в объяснении межрегиональных различий в ожидаемой продолжительности жизни, является качество социальной среды, характер социальных отношений, а не только уровень экономического развития (в более развитых в экономическом отношении субъектах Российской Федерации продолжительность жизни ниже). «В тех субъектах РФ, где отношения между людьми характеризуются повышенной конфликтностью, напряженностью, где высоки уровни преступности и наблюдаются явные признаки неблагополучия в семейной сфере, человеку, родившемуся сегодня, с большей вероятности предстоит прожить более короткую жизнь» [2]. Действительно, по статистическим данным Астраханская область занимает в ЮФО первое

место по количеству разводов и по уровню преступности, о чем подробнее будут сказано ниже.

В 2009 г. ожидаемая продолжительность жизни мужчин – 62,54 года (средний уровень), что несколько уступает среднероссийским показателям (62,77 лет, средний уровень) и качественно уступает показателям в среднем по ЮФО (65,27 лет, уровень «выше среднего»). По сравнению с РФ и ЮФО область характеризуется самыми существенной позитивной динамикой по этому показателю (+6,4 %), но в ЮФО «стартовые» позиции в 1990 г. были выше, и за этот период произошел переход от среднего уровня к уровню «выше среднего», тогда как в регионе и по РФ в целом – переход от уровня «ниже среднего» к среднему.

Ожидаемая продолжительность жизни женщин – 74,16 лет (средний уровень), что уступает показателям по РФ и ЮФО (74,67 лет, средний уровень и 75,78 лет, уровень «выше среднего» соответственно). Регион с 1990 г. характеризуется самыми низкими темпами роста ожидаемой продолжительности жизни женщин – +1,8 %, тогда как в РФ этот показатель – +3,2 %, в ЮФО – +2,5 %. Только в ЮФО за этот период произошел качественный переход в ожидаемой продолжительности жизни женщин – от среднего уровня к уровню «выше среднего». Необходимо также отметить, что разница в продолжительности жизни между мужчинами и женщинами области – одна из самых существенных по сравнению с нашими соседями (приближены по значениям – Волгоградская область и Адыгея).

В 2009 г. естественный прирост составил 0,8 человека на 1000 населения (уровень «выше среднего»), что ниже показателей по ЮФО (2,0 человека на 1000 населения, уровень «выше среднего») и превышает средние показатели по Российской Федерации (-1,8 человека на 1000 населения, средний уровень). Существенным фактором, понижающим демографический потенциал, является снижение естественного прироста населения за период 1990–2009 гг. в большей степени выраженный в среднем по РФ (-2,222, то есть в 2,2 раза), в меньшей степени по ЮФО – (-55,5 %). В Астраханской области этот показатель составляет -83 %. Качественно этот показатель понизился за указанный период в РФ и Астраханской области – с высокого до уровня «выше среднего» и при существенном количественном понижении остался неизменным в ЮФО (уровень «выше среднего»).

Как говорилось выше, этнический состав во многом обусловил рост численности населения области. Этничность с высокой долей вероятности определяет состояние брачности и разводимости в регионе. С 1990 по 2000 г. количество браков уменьшилось, при росте показателей разводимости, с 2005 г. количество браков несколько выросло, но при этом тенденция увеличения разводимости остается практически неизменной. Показатели брачности в 2009 г. несколько превышали аналогичные в показателях по ЮФО и равны общероссийскому тренду (8,5; 8,2 и 8,5 чел. на 1000 населения соответственно, средний уровень). При этом показатели

разводимости в области превышают среднероссийские. В ЮФО область находится на первом месте по количеству разводов (5,3 развода на 1000 человек населения (уровень выше среднего). В 2009 г. на 1000 браков приходилось 627 разводов). Таким образом, состояние разводимости в регионе качественно (в худшую сторону) отличается от среднероссийских показателей – 4,9 разводов на 1000 чел. населения (средний уровень) и от показателей по ЮФО – 4 развода на 1000 чел. населения. Таким образом, демографический потенциал Астраханской области по количеству разводов ниже на два качественных уровня по сравнению с соседними регионами, где уровень определяется как «ниже среднего». Необходимо отметить, что в целом для ЮФО характерны самые низкие показатели разводимости среди федеральных округов России.

Динамика коэффициента брачности за период 1990–2009 гг. в Астраханской области составляет -0,023, что меньше, чем в среднем по РФ (-0,045) и по ЮФО (-0,109). По ЮФО, как мы видим, институт брачности претерпел более глубокие изменения, и произошло качественное снижение уровня – с «выше среднего» на средний. По области и по Российской Федерации средний уровень сохранен, несмотря на количественные изменения показателей. Более глубокие качественные изменения в регионе произошли в динамике разводимости. Количество разводов за период 1990–2009 г. выросло на 32,1 %, что привело к снижению демографического потенциала на два качественных уровня – от «ниже среднего» к «выше среднему». В РФ количество разводов выросло на 22,4 % (качественное изменение уровня от «ниже среднего» к среднему). При этом в ЮФО разводимость осталась практически на том же уровне – «ниже среднего». Разводов в ЮФО стало всего на 2,5 % меньше.С

Таким образом, что касается *ретроспективного потенциала* социального развития данной сферы жизнедеятельности региона, то можно говорить о снижении ресурсной базы демографического потенциала региона за последние десятилетия. Потери ресурсов в демографическом потенциале наиболее остро выглядят в РФ – -0,095, в Астраханской области – эти потери также масштабны, но менее выражены, чем по РФ – -0,083. При этом демографический потенциал ЮФО находится близко к выходу из отрицательных величин и составляет значение -0,004 и существенно превосходит областной и общероссийский.

Наиболее критически низкой точкой демографического потенциала, как в регионе, так и по РФ и ЮФО, является снижение естественного прироста населения. По Астраханской области из зоны высоких величин роста и устойчивого позиционного роста, темпами, превышающими среднероссийские, в зону стагнации демографический потенциал выводят снижение численности городского населения.

В зону сворачивания потенциала перемещает демографический потенциал региона рост смертности и разводимости. Из зоны устойчивого роста в зону роста снижается уровень рождаемости.

Демографический потенциал из критической зоны в зону стагнации выводит снижение младенческой смертности, рост ожидаемой продолжительности жизни мужчин; из зоны стагнации – в зону роста – рост ожидаемой продолжительности жизни населения и женщин. В зоне стагнации в последние десятилетия в регионе, как и по РФ (за исключением ЮФО), находится институт брачности.

Что касается *исходного демографического потенциала*, то региональные показатели по плотности населения превосходят среднероссийские, что означает, что пространство региона в большей степени социально освоено и символически маркировано, чем в среднем по стране. Повышает исходный потенциал области высокая доля населения, проживающего в областном центре, высокая численность этнических групп при высокой доле пяти самых многочисленных групп. Регион уступает общероссийским показателям исходного демографического потенциала по доле городского населения.

Перспективный демографический потенциал региона можно оценить следующим образом. В зонах, аналогичных общероссийским, находятся такие составляющие демографического потенциала как рождаемость, младенческая смертность, ожидаемая продолжительность жизни населения, мужчин и женщин, миграционный прирост, брачность. Повышают перспективный демографический потенциал региона в сравнении с общероссийскими показателями такие составляющие демографического потенциала как уровень смертности, темпы естественного прироста. Перспективный потенциал региона в сравнении с общероссийским понижает в зоны сворачивания потенциала уровень разводимости.

Литература

1. Лапин, Н. И. Своеобразие и смыслы уровней социокультурного развития российских регионов / Н. И. Лапин // Социокультурная динамика регионов в условиях финансово-экономического кризиса : сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции. 7–9 октября 2010 г., Ульяновск. – Ульяновск, 2010. – С. 53.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009. – М., 2009. – С. 88.
3. Русинова, Н. Л. Продолжительность жизни в регионах России: значение экономических факторов социальной среды / Н. Л. Русинова, Л. В. Панова, В. В. Сафронов // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2007. – Т. X. – № 1 (38). – С. 157–158.

СОХРАНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАК ЗАДАЧА ВОСПИТАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ДЕПО»

Л. А. Ващенко

*Школа-интернат № 8 ОАО «РЖД»,
г. Астрахань (Россия)*

Обеспечение права граждан России на благоприятную окружающую среду принято как одна из стратегических целей в программном документе развития железнодорожной отрасли России – «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года». Одним из приоритетных направлений деятельности для ОАО «РЖД» является реализация долгосрочного комплекса природоохранных мероприятий, которые изложены в «Экологической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2015 года и перспективу до 2030 года». Экологические знания должны стать элементами профессиональных компетенций будущих железнодорожников.

Таким образом, формирование экологических компетенций молодежи составляет важное условие повышения качества обучения и воспитания школьников. Эта задача успешно решается, если теоретическое изучение экологии как науки дополняется практической проектной и исследовательской деятельностью учащихся и педагогов школ ОАО «РЖД».

Экологическое образование должно способствовать тому, чтобы деятельность человека обеспечивала рациональное использование природных ресурсов с помощью правовых, социально-экономических, организационных, технических и санитарно-гигиенических методов природопользования.

Правовые методы регламентируют нормы и порядок природопользования исходя из условий сохранения относительного равновесия в окружающей среде. Например, Закон «Об охране окружающей среды», закон РФ «Об экологической безопасности» и т. д. Социальные методы природопользования основаны на ответственности всех слоев общества за состояние охраны окружающей среды. Экономические методы предусматривают определенные виды затрат на сохранение равновесия окружающей среды, рациональную плату за ресурсы, возмещение ущерба. Организационные методы основаны на научной организации природопользования и выполнении административных и правоохранных мер по предотвращению вредного воздействия на окружающую среду. Технические методы рационального использования природных ресурсов призваны создавать новые технологии и производственное оборудование, уменьшающие вредное воздействие на природную среду, внедрение эффективных средств очистки выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы. Санитарно-гигиенические методы предусматривают санитарный контроль состояния окружающей среды.

Идея создания учебного экологического проекта «Биологическая очистка промышленных стоков железнодорожного депо» появилась в результате участия нашей школы во всероссийской акции «Уроки Чистой воды», организованной Российским водным обществом.

Образовательный потенциал проекта заключается в получении учащимися знаний о водных ресурсах Астраханской области, методах промышленного очищения сточных вод, особенностях жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в процессах очистки воды. Проект имеет также профориентационную направленность, так как для его выполнения школьникам необходимо изучить различные аспекты воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду.

Функционирование железных дорог связано с загрязнением природных комплексов выбросами, стоками, отходами, которые могут приводить к нарушению равновесия в региональных экологических системах. Для жителей Астраханской области особенно актуальна проблема сохранения водных ресурсов и их чистоты. Некоторые районы области испытывают недостаток воды для бытовых и хозяйственных нужд, для агропроизводства и животноводства.

Вода потребляется во многих технологических процессах железнодорожного хозяйства. Для того чтобы сохранить места забора питьевой воды необходима качественная очистка загрязненных вод. Значительная часть железнодорожных станций имеют специальные водоочистные сооружения. На Астраханском участке Приволжской дирекции ОАО «РЖД» по тепловодоснабжению имеется комплекс очистных сооружений, расположенный на ст. Астрахань-2, где промышленные стоки проходят комплексную обработку, прежде чем вернуться в окружающую среду. Очистные сооружения расположены в северо-восточной части г. Астрахани и принимают сточные воды от жилого массива и железнодорожных предприятий. Эксплуатируются с 1968 г. Проектная производительность составляет 3158 м³/сут. Производство состоит из системы последовательно расположенных сооружений для механической и биологической очистки смеси производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Очищенная вода возвращается в водооборот р. Волга.

В рамках реализации проекта было организовано посещение учащимися 9–10-х классов станции водоочистки. Большой интерес у учащихся вызвал биологический метод очистки воды. Такой метод представляет собой интенсификацию природных процессов разложения органических соединений микроорганизмами в аэробных условиях. Проверка качества очищенной воды с помощью дафний, животных-биоиндикаторов, привела к идее о проведении собственных экспериментов в условиях школьной лаборатории.

Цель проекта заключается в изучении методов биологической очистки промышленных сточных вод железнодорожного депо как фактора воз-

действия железнодорожного транспорта на окружающую среду. Проект состоит из двух взаимосвязанных тем:

1. Биологическая очистка промышленных стоков железнодорожного депо.

2. Биоиндикация качества очищенных вод.

При выполнении проекта осуществлялись следующие виды деятельности:

- Изучение состава микроорганизмов биологической пленки на станции биологической очистки, сбор данных по составу загрязняющих веществ промышленных стоков железнодорожного депо.

- Наблюдение за моллюсками-биоиндикаторами чистоты воды, обитающими в водах, полученных после очищения промышленных стоков. Сравнение и анализ результатов исследований. Выявление наиболее эффективных методов биологической очистки воды.

- Изучение нормативно-правовой базы безопасности на железнодорожном транспорте, санитарно-гигиенических нормативов в области охраны природы.

- Распространение экологических знаний и вовлечение в природоохранную работу на железной дороге большого числа воспитанников НОУ «Школы-интерната № 8 ОАО РЖД».

В процессе работы над проектом мы получили следующие результаты:

1. Определение видового состава и особенностей жизнедеятельности бактерий и цианобактерий, простейших, нитчатых водорослей, грибов, участвующих в процессах очистки промышленных стоков железнодорожного депо, которые были изучены нами на технологической базе технопарка Астраханского государственного университета.

2. Определение особенностей жизнедеятельности животных-биоиндикаторов качества очищенных промышленных сточных вод.

3. Внедрение системно-деятельностного подхода в процесс обучения биологии и экологии в НОУ «Школа-интернат № 8 ОАО «РЖД».

Образовательный эффект проекта заключается в приобщении участников проекта к исследовательской деятельности; формировании системы экологических знаний. На основе естественного интереса к окружающему миру развивается экологическое мышление и прививается культура экологического поведения. В процессе работы над проектом учащиеся НОУ «Школа-интернат № 8 ОАО Российские железные дороги» знакомятся с условиями труда на предприятиях железнодорожного транспорта.

Результаты работы, полученные учащимися при выполнении проекта были представлены и отмечены дипломом на научно-практической конференции «Компетентностный подход и информационные технологии в организации профориентационной работы как основы социальной адаптации и профессионального самоопределения воспитанников» в г. Волгограде в апреле 2012 г.

Литература

1. Слободчиков, В. И. Инновации в образовании: основания и смысл / В. И. Слободчиков // Исследовательская работа школьников. – 2004. – № 2. – С. 6–18; № 3. – С. 5–15.
2. Ващенко, Л. А. Реализация инновационных проектов в современной школе: Программа экологического образования учащихся «Человек и природа / Л. А. Ващенко, Т. Б. Филатова // Многоуровневая подготовка в вузе: современные проблемы, инновационные технологии обучения : материалы III научно-методической конференции Астраханского госуниверситета. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2011. – С. 32–34.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ ДИОКСИНОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Е. А. Джалмухамбетова, М. Д. Элькин, Г. Б. Нуржанова
Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)

Введение. Высокая степень загрязнения различными экотоксикантами, в том числе и диоксинового ряда, сточных вод промышленных предприятий, расположенных на берегах Волги, привела к тяжелой экологической обстановке. Диоксины и родственные им по структуре соединения обладают высокой токсичностью, способны накапливаться в тканях живых организмах и вызывать онкологические заболевания. Это делает актуальной задачу изучения их физико-химических свойств, разработку высокочувствительных методов обнаружения и количественного анализа. Методы колебательной спектроскопии обладают большими возможностями. Их можно использовать для идентификации соединений в разных средах, для установления связи между строением молекулярных соединений и их физико-химическими свойствами, для выявления механизма токсического действия соединений диоксинового ряда и пути их дезактивации.

Решение практических вопросов, связанных с идентификацией диоксиновых ксенобиотиков существенно осложняется их структурным многообразием. В зависимости от числа и расположения атомов хлора дибензодиоксины и дибензофураны разделяют на моно-, ди- и т. д. до октаизомеры, суммарное количество которых составляет 210, из них только тетрахлордибензодиоксинов 22 изомера, а тетрахлордибензофуранов – 38. В целом же совокупность замещенных полихлордибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов включает 420 индивидуальных веществ. Не все из этих соединений попадают в сферу человеческого обитания, но количество изомеров свидетельствуют о масштабах трудностей, возникающих при идентификации в различных объектах живой и неживой природы наиболее

опасных десятков диоксинов среди тысяч им подобных веществ. Среди них встречаются родственные по структуре соединения, снижающие эффект высокотоксичных диоксинов. Это приводит к увеличению объемов аналитических работ и их усложнению из-за ограничения использования биологических методов анализа.

Источники диоксинов. В настоящее время считается доказанным, что диоксины имеют исключительно техногенное происхождение, хотя и не являются целью ни одной из существующих технологий. Их появление в окружающей среде в основном связано с производством и использованием хлорорганических соединений и утилизацией их отходов.

Диоксины образуются при функционировании экологически небезопасных технологий производства продукции химической, целлюлозно-бумажной, металлургической и иной промышленности. Для всех них характерны диоксинсодержащие отходы и сточные воды.

Выхлопные газы автомобилей, также являются источником диоксинов. Это связано с тем, что в качестве уловителей копоти добавляют хлорсодержащие присадки. В тех условиях, которые возникают в процессе сгорания топлива, последние, помимо решения прямой задачи, оказываются предшественниками ряда токсичных веществ, в том числе тетрахлордибензодиоксина и тетрахлордibenзофурана. Помимо этого в воздух диоксины поступают при сжигании угля, мазута, продуктов деревообрабатывающей промышленности, особенно при горении поливинилхлорида и пластмасс.

Вода особенно подвержена загрязнению диоксинами. Серьезным источником новообразования диоксинов в водопроводных коммуникациях является процесс обеззараживания питьевой воды путем обработки ее молекулярным хлором. Опасность усиливается в тех городах, где проникновение в водные источники фенольных соединений, регулярно сбрасываемых промышленными предприятиями, стало постоянно действующим фактором экологической обстановки. Подобные предприятия расположены в городах, находящихся на берегах основных рек, в том числе Волги, а с ее водами диоксины попадают в Каспий.

Анализ колебательных состояний. Полихлорированные дибензоциклы (дibenзо-*n*-диоксин, дibenзофуран, дibenзотиофен) являются промышленными отходами хлорорганического синтеза и известными экотоксикантами. Цель данной работы – анализ колебательных состояний соединений и выявление спектральных полос для идентификации окто- и тетрахлорзамещенных дibenзофурана и дibenзотиофена.

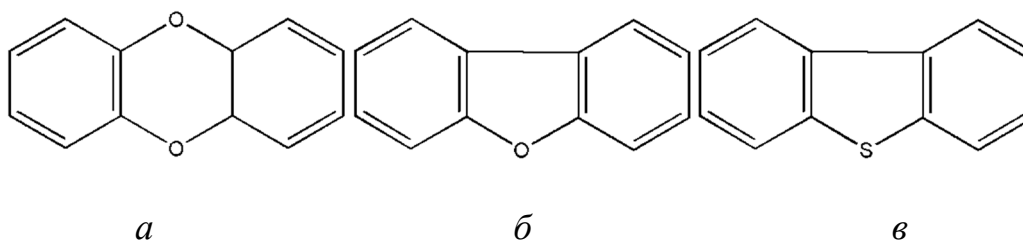


Рис. 1. Структурные формулы: а) дибензо-*p*-диоксин, б) дибензофуран, в) дибензотиофен

Интерпретация колебательных состояний дибензо-*p*-диоксина, дибензофурана, дибензотиофена (рис. 1) на основании расчетов параметров адиабатического потенциала была предметом публикаций [1, 2]. Модельные расчеты геометрической структуры и фундаментальных частот колебаний, их сопоставление с имеющимися экспериментальными данными в спектрах ИК и КР позволили сделать вывод, что в задачах спектральной идентификации указанных соединений надежной предсказательной способностью обладает метод функционала плотности DFT/B3LYP [3]. Для дибензо-*p*-диоксина и дибензофурана результаты таких расчетов представлены в виде модельных спектров на рис. 2 и 3. Хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных дает основание распространить апробированную методику на полихлорированные дибензофуран и дибензотиофен.

Моделирование колебательных состояний осуществлялась в предположении плоской конфигурации соединений (симметрии D_{2h} для дибензо-*p*-диоксина, C_{2v} для дибензофурана и дибензотиофена) методом DFT/B3LYP/6-311G**. Плоские деформационные колебания связей C–Cl располагаются в диапазоне ниже 300 см^{-1} . Их интенсивность в ИК спектрах оценивается как слабая, однако данная область идентифицирует наличие указанных молекулярных фрагментов. Замена атома кислорода в молекуле дибензофурана на атом серы приводит к молекуле дибензотиофена. Это проявляется в смещении полос фундаментальных колебаний в низкочастотную область спектра, что можно использовать в задачах спектральной идентификации соединений. Данный факт имеет место для полос, интерпретированных как валентные колебания связей шестичленных циклов и валентных колебаний связей C–Cl. Имеет место и существенное изменение интенсивностей полос в соответствующих ИК и КР спектральных диапазонах.

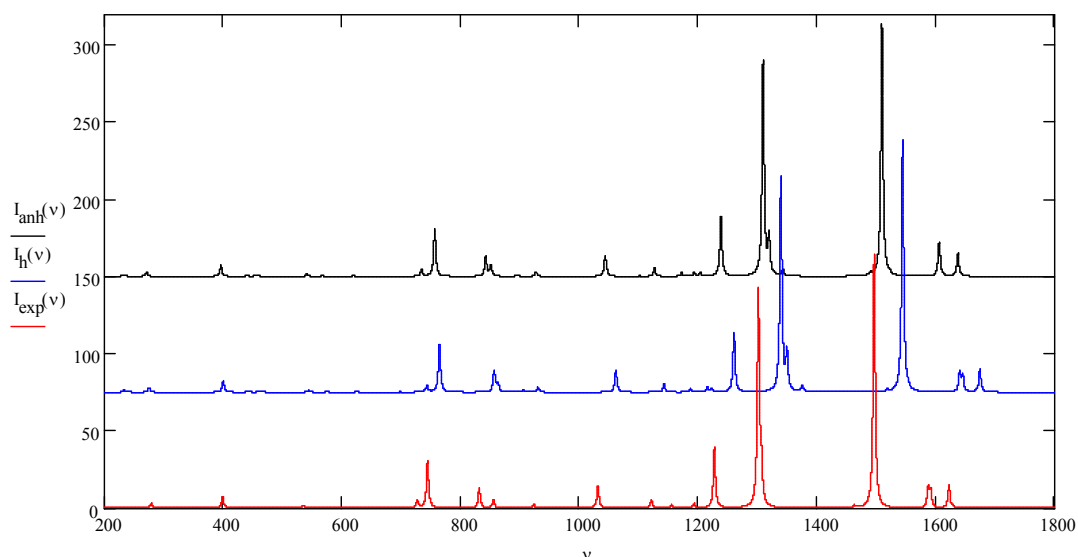


Рис. 2. Модельные спектры дибензо-*p*-диоксина:
 верхний – в ангармоническом приближении; средний – в гармоническом приближении;
 нижний – по экспериментальным данным

Общей особенностью колебательных спектров тетрахлорзамещенных дибензофурана (TCDF) является наличие сильной по интенсивности полосы в диапазоне $1600 - 1660 \text{ см}^{-1}$ в спектре КР, интерпретируемой как колебания фрагментов фенольного цикла. Интенсивность компонентов этой полосы можно использовать для идентификации отдельных таутомеров.

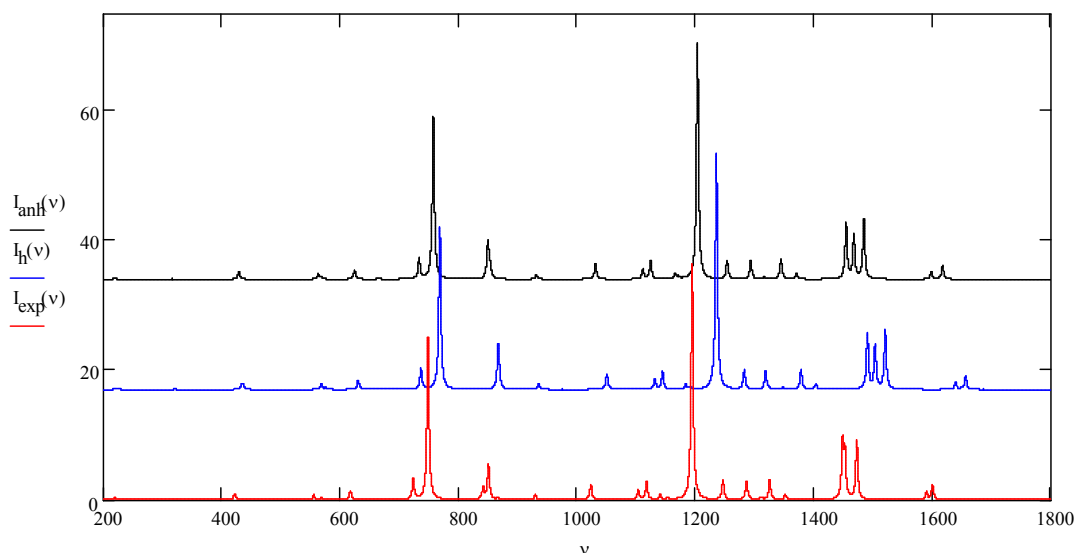


Рис. 3. Модельные спектры дибензофурана:
 верхний – в ангармоническом приближении; средний – в гармоническом приближении;
 нижний – по экспериментальным данным

Полосы в диапазоне $1400 - 1500 \text{ см}^{-1}$, интерпретируемые как деформационные колебания связей С-Н существенно отличается по интенсивности для различных соединений. То же касается диапазона $1300-1400 \text{ см}^{-1}$,

которые интерпретированы как колебания фрагментов фенольных циклов, а в отдельных таутомерах как колебания мостика С-О. Полосы в диапазоне 1100–1200 см⁻¹ интерпретированы как деформационные колебания связей С-Н. Это характерно для хлорзамещенных бензола. То же самое касается и полос в диапазоне 1000 – 1100 см⁻¹. По интенсивностям в ИК спектре можно идентифицировать 2,3,6,7- и 1,3,6,8-TCDF таутомеры.

Заметные по интенсивности полосы в спектральном диапазоне 800–1000 см⁻¹, интерпретированы как валентные колебания связей С-Cl. При этом интенсивность полос существенно зависит от рассматриваемого таутомера. Этот факт является характерным признаком спектральной идентификации TCDF, а их расположение идентифицирует конкретный таутомер TCDF.

Заключение. Сопоставление результатов моделирования исследуемых дибензоциклов с имеющимся экспериментальными данными по колебательным спектрам соединений позволяют сделать вывод о достоверности предсказательных квантовых расчетов геометрической структуры и колебательных состояний полихлорированных дибензоциклов и о возможности их спектральной идентификации.

Литература

1. Джалмухамбетова, Е. А. Структурно-динамические модели и колебательные спектры дибензогетероциклов / Е. А. Джалмухамбетова, Л. М. Элькин // Вестник СГТУ. – 2007. – №2 (2). – С. 7–12.
2. Элькин, П. М. Структурно-динамические модели и ангармонический анализ колебательных состояний полихлорзамещенных дибензо-*n*-диоксинов / П. М. Элькин, М. А. Эрман, О. В. Пулин // Журнал прикладной спектроскопии. – 2007. – Т. 74, № 1. – С. 21–24.
3. Gaussian 03. Revision B.03 / M. J. Frisch [et al.]. – Pittsburgh : Gaussian. Inc., 2003.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*Г. Б. Нуржанова, Е. А. Джалмухамбетова
Астраханский государственный университет,
г. Астрахань (Россия)*

Введение. Получение новых знаний в области физики невозможно без широкого использования новых теоретических методов исследования вещества. Развитие теории молекулярного и внутримолекулярного строения привело к необходимости использования математических методов для вычисления параметров молекулярной структуры, физико-химических свойств и реакционной способности химических соединений. Современ-

ные квантовые методы позволяют определять основные характеристики и свойства молекул, такие как геометрическое строение, электронные, колебательные и вращательные энергетические состояния и спектры, силовые поля, энергии ионизации и другие.

Воздух представляет собой смесь газов, составляющую земную атмосферу. Состав воздуха может меняться: в крупных городах содержание углекислого газа будет выше, чем в лесах; в горах пониженное содержание кислорода. В различных частях земли состав воздуха может варьироваться в пределах 1–3 % для каждого газа. Кроме того, в воздухе всегда находится некоторое количество водяных паров, которое изменяется с переменной температуры. В атмосфере крупных промышленных городов значительную долю составляют вредные примеси, обусловленные выбросами предприятий и автотранспорта. При определении концентрации смесей газов используют методы спектрального анализа.

Целью данного сообщения является моделирование колебательных спектров газов, входящих в состав атмосферы, в ангармоническом приближении теории молекулярных колебаний. В качестве объектов исследования были выбраны сероводород, оксид углерода (II) и диоксид углерода.

Результаты модельных расчетов и их обсуждение.

В молекулярном моделировании задача состоит в том, чтобы, используя исходную информацию о количестве и свойствах составляющих систему частиц (ядер и электронов), получить информацию о геометрической структуре и колебательной динамике молекулы в стационарном состоянии. Переходы между дискретными колебательными энергетическими уровнями определяются строением молекулы. Колебательные состояния молекулы получают решением соответствующей квантово-механической задачи, в основе которой лежит стационарное уравнение Шредингера.

$$\left[\hat{H} - E \right] \psi(R, r) = 0. \quad (1)$$

Здесь $\hat{H} = \hat{T} + U(r, R)$ – гамильтониан системы; \hat{T} – оператор кинетической энергии электронов; $U(r, R)$ – оператор потенциальной энергии взаимодействия между всеми частицами; E – полная энергия системы и ψ – волновая функция системы.

Моделирование исследуемых объектов было проведено с использованием программного комплекса «Gaussian 03», в рамках метода функционала плотности DFT/B3LYP с расчетным базисом 6-31++G(d,p) [2]. Корректность выполненных вычислений оценивается сравнением рассчитанных частот с экспериментальными данными.

Сероводород (рис. 1а) представляет собой бесцветный газ. Химическая формула: H_2S . Сероводород токсичен, поражает слизистые оболочки, дыхательные органы. Он содержится в горючих газах (природный, нефтепереработки и др.) и отходящих газах (в производстве вискозы, хвостовые

газы в производстве серы). Наличие сероводорода в атмосфере особенно актуально для Астраханской области.

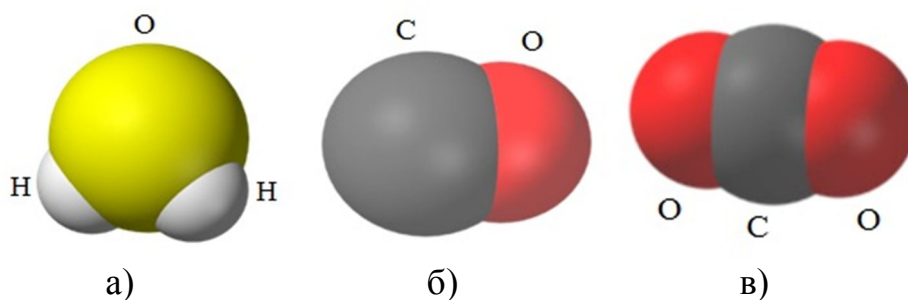


Рис. 1. Модели молекул с учетом распределения электронной плотности:
а) сероводород; б) угарный газ; в) углекислый газ

Теоретические расчеты с применением квантово-механического моделирования позволяют определить геометрические параметры молекулы H₂S в основном электронном состоянии: $R_{HS} = 1,34 \text{ \AA}$; $R_{SH} = 1,34 \text{ \AA}$; $A_{HSH} = 93,5^\circ$. Рассчитанные данные близки по значениям с экспериментальными, полученными из литературных источников [1].

Следующий объект исследования – оксид углерода (II) представляет собой бесцветный ядовитый газ (при нормальных условиях) без вкуса и запаха. Химическая формула: CO. Содержится в выхлопных газах автомобилей, что ведет к загазованности территорий вдоль автомобильных дорог. В больших концентрациях угарный газ опасен для человека.

Соединение представляет собой линейную двухатомную молекулу (рис. 1б). Проведенные расчеты показали, что оптимальные значения длины связи и угла равны соответственно $R_{CO} = 1,3 \text{ \AA}$, $A_{CO} = 180^\circ$.

Углекислый газ или диоксид углерода – бесцветный газ (в нормальных условиях), без запаха, со слегка кисловатым вкусом. Химическая формула: CO₂. Углекислый газ легко пропускает ультрафиолетовые лучи и лучи видимой части спектра, которые поступают на Землю от Солнца и обогревают ее. В то же время он поглощает испускаемые Землей инфракрасные лучи и является одним из парниковых газов, вследствие чего принимает участие в процессе глобального потепления.

Диоксид углерода (рис. 1в) представляет собой линейную трехатомную молекулу. Анализ проведенных расчетов показал, что геометрические параметры молекулы CO₂: $R_{CO} = 1,169 \text{ \AA}$; $R_{OC} = 1,169 \text{ \AA}$; $A_{OCO} = 180^\circ$. Рассчитанные значения отличаются от экспериментальных третьим знаком мантиссы числа.

Таблица 1

Фундаментальные колебательные частоты исследуемых соединений

Молекула	Симметрия	ν_{exp} [1]	B3LYP/6-31++G(d,p) <i>anharm</i>	
			ν_{anh}	ИК
H ₂ S	A ₁	2694	2555	6,75
	A ₁	1249	1196	4,15
	B ₁	2715	2570	7,21
CO	A ₁	2143	2148	67,95
CO ₂	A ₁	667	670	30
	A ₁	1340	1342	14(KP)
	B ₁	2350	2379	545

Примечание. Частоты колебаний в см^{-1} , интенсивности в инфракрасных спектрах (ИК) в км/моль , в спектрах комбинационного рассеяния (КР) в $\text{Å}^4/\text{а.е.м.}$

Колебательные состояния исследованных соединений представлены в таблице 1. Молекула H₂S является одной из наиболее легких молекул, поэтому все эффекты и особенности, присущие молекулам типа асимметричного волчка, наиболее ярко проявляются в их спектрах. Фундаментальные частоты колебаний молекулы H₂S: 2694 см^{-1} , 1249 см^{-1} и 2715 см^{-1} . Фундаментальная частота молекулы угарного газа равна 2148 см^{-1} . Она является характеристической и соответствует симметричному колебанию валентной связи атома углерода и кислорода. Углекислый газ имеет три фундаментальные частоты. Причем частота 2350 см^{-1} является характеристической и соответствует несимметричному колебанию валентных связей вдоль линии, соединяющей центры масс. В промышленности для контроля превышения допустимой концентрации углекислого газа практикуется наблюдение в волновом диапазоне 2390–2379 см^{-1} [1].

Заключение. В работе проведен численный расчет геометрических параметров и колебательных состояний молекул углекислого газа, сероводорода и угарного газа. Подход, использованный в работе, может быть применен как для расчетов колебательных спектров молекул, родственных по электронной структуре к исследуемым соединениям, так и в предсказательных расчетах оптических и структурных параметров более сложных молекул и их комплексов.

Литература

1. Банкер, Ф. Симметрия молекул и молекулярная спектроскопия / Ф. Банкер. – М., 1981. – 451 с.
2. Gaussian 03. Revision A.7 / M. J. Frisch [et al.]. – Pittsburgh : Gaussian. Inc., 2003.

О РОЛИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В НИЗОВЬЯХ ВОЛГИ

Т. С. Бесчетнова

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Важнейшим фактором экономического и социального развития страны являются водные ресурсы, роль которых во многих регионах становится определяющей. От состояния водных ресурсов и обеспеченности ими зависят направления и масштабы развития и размещения промышленности и сельского хозяйства, условия жизнеобеспеченности населения.

Вода является объектом хозяйственной деятельности и выступает в качестве ресурсной основы для функционирования всех отраслей экономики и социальной сферы. И в то же время многоцелевые по характеру использования водные ресурсы являются важнейшей частью природной среды, обеспечивающей существование жизни экосистем и ландшафтов.

Возникновение многих региональных проблем в Астраханской области обусловлено необходимостью изменения социально-экологических условий на территории области. В тоже время рост производства и повышение материального уровня жизни нельзя рассматривать без учета того воздействия, которые оказывают эти процессы на окружающую среду. Водно-ресурсный потенциал низовьев Волги является типичным примером современной эколого-экономической системы, ей отводится центральное место в региональном социально-экономическом планировании.

Ниже Волгоградского гидроузла к настоящему времени сформировался сложный природно-хозяйственный комплекс, где использование водных, земельных ресурсов и полезных ископаемых взаимосвязаны, а функционирование экосистемы низовьев Волги и Северного Каспия, и в первую очередь биопродуктивность, во многом зависят от водохозяйственной деятельности как бассейне в целом, так и в его низовьях.

Управление водными ресурсами происходит в рамках природно-технического комплекса водохозяйственной системы, подверженной природными и стохастическими и антропогенными воздействиями, влияющих на его функционирование и развитие.

В бассейне Каспийского моря основной объем водопотребления и водоотведения, в том числе загрязненных стоков, приходится на Волгу и ее притоки (73 % общего использования свежей воды, 83 % зафиксированного водоотведения в природные поверхностные водоемы). В регионе бассейна Волги наблюдаются самые высокие потери воды при транспортировке среди всех бассейнов страны. Общий объем потерь в 2008 г. составил более 1,4 млрд м³ или пятую часть от общероссийской величины [1].

В условиях аридного климата основным и единственным источником для водоснабжения области и города для всех отраслей экономики и социальной сферы является река Волга. Как известно, созданный каскад Волжско-Камских водохранилищ значительно усложнил проблемы использования и сезонного регулирования водных ресурсов по всему течению реки и особенно в ее нижнем течении.

Проблемы комплексного освоения водных ресурсов Волго-Каспийского бассейна возникла в 30-х годах XX века в связи с бурным развитием гидроэнергетики, ирригации и транспорта. Начало осуществления проекта коренной реконструкции бассейна Волги было положено постановлением Совнаркома и ЦК партии от 28 марта 1932 г. о строительстве трех гидростанций на верхней Волге и постановлением от 23 мая 1932 г. о строительстве Камышинской ГЭС.

Отсутствие собственной энергетической базы лимитировало промышленное развитие Поволжья, одного из крупных экономических центров СССР. Сооружение гидростанций в бассейне Волге должно было не только снять этот лимит, не только создать предпосылки для развития электроемких производств, но и превратить Волгу в опорную базу электрификации Европейской части СССР. Транспортная реконструкция Волги позволяет осуществлять водным транспортом доставку сырьевых ресурсов к промышленным центрам.

Использование водных ресурсов Волги для выработки электроэнергии решалось в проекте «Большая Волга» на методологической основе, основанной на комплексном использовании водных ресурсов всеми отраслями народного хозяйства бассейна реки и прогнозировании возможных негативных последствий, которые произойдут в результате нарушения природного внутригодового распределения волжского стока каскадом водохранилищ.

С позиции социально-экономического развития страны выбор методологии был достаточно научно аргументирован и объективен. Поволжье – крупный экономический район. Дальнейшее развитие промышленности с применением новых технологий, проблемы мелиорации в районах средней и нижней Волги требовало большого количества электроэнергии. Это было одним из главных методологических аспектов такого крупного проекта.

Создание единого водохозяйственного комплекса на Волге потребовало разработку методологии рационального использования водных ресурсов каскада водохранилищ между водопользователями.

По мере строительства и ввода в строй гидросооружений (Жигулевская – 1954 г., Волгоградская – 1958 г., Саратовская – 1961 г.) проблема оптимизации режимов комплексного использования водных ресурсов только усложнилась и порой не находила решения, т.к. интересы водопользователей были крайне противоречивы, а выбор режимов сработки и наполнения водохранилищ в бассейне Волги и в настоящее время остается

весьма актуальной. Это вызвано, во-первых, изменением фактической схемы использования водных ресурсов от проектной, во-вторых – в бассейне Волги возросло число потребителей водных ресурсов.

Острота водной проблемы усугубляется тем, что водный и химический сток Волги определяет продуктивность Каспийского бассейна, а водные ресурсы используются наиболее интенсивно (73 % общего использования свежей воды приходится на Волгу) [1].

И в то же время развитие всех основных отраслей экономики региона, особенно орошаемого земледелия, так же зависит от водных ресурсов. По существу речной сток – интегральный показатель влияния водных ресурсов на социально-экономическое развитие.

Сложная конфликтная ситуация, которая до сих пор не имеет решения, сложилась в проблеме перераспределения внутригодового стока в низовья Волги в весенний период (апрель-июнь).

После ввода в строй каскада водохранилищ, воду приходится делить между пятью отраслями хозяйственного комплекса Астраханской области. Их интересы во времени большей частью не совпадают. Сельскому хозяйству для затопления обширных площадей сенокосов, водоохранного леса, орошения обвалованных участков, вода нужна весной, но не более 25–35 дней, а рыбному хозяйству в это же время, но на более длительное время. Судостроительству, жилищно-коммунальному хозяйству и энергетикам необходима равномерная подача воды в течение всего года.

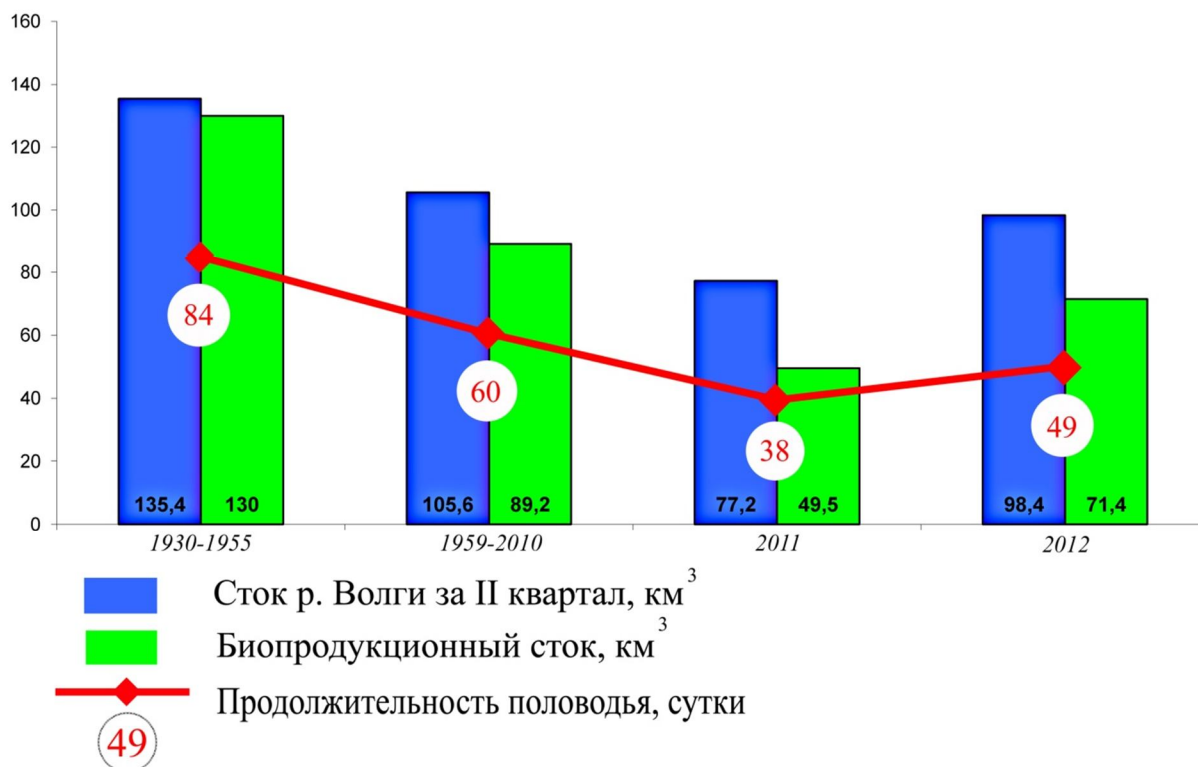


Рис. 1. Характеристики весеннего половодья р. Волги

Сокращение объема воды в половодье привело к нарушению сроков начала и продолжительности залития нерестилищ и сенокосных угодий (рис. 1).

В результате эти отрасли не обеспечиваются минимальными необходимыми гидроэкологическими условиями естественного развития биомов в весенний период [2, 3].

Предвидя негативные последствия регулирования водного стока, ученые на стадии разработки проекта «Большая Волга» предлагали немедленно начать разработку компенсационных мероприятий (рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству осетровых рыб, рыбоподъемник в плотине ГЭС, вододелитель, каналы-рыбоходы, мелиорация нерестилищ и прочие)

Разработка и введение в эксплуатацию в конце 1970-х и начале 1980-х гг. компенсационных объектов, как показали многочисленные исследования ученых Каспнирх, дали положительный эффект. Восстановились запасы белорыбицы, более стабильна стала численность осетровых, НВХ дополняли естественное воспроизводство некоторых ценных видов рыб (судак, лещ, сазан), прудовые хозяйства вносили свою лепту в общие уловы рыб.

В 90-е годы прошлого столетия вся наработанная компенсационная система пришла в упадок. Некоторые объекты по разным причинам (рыбоподъемник, вододелитель) полностью исключены из эксплуатации, резкое сокращение финансирования оставшихся компенсационных мероприятий, которые должны были скомпенсировать часть ущерба причиняемого рыбным запасам, в результате понизили свою компенсационную значимость. Рыбоводные заводы работают на 40–45 % своей мощности. Выпуск молоди осетровых составляет 22–25 % млн. шт. против 100 млн шт. в 80-е годы и 150 млн шт., которые необходимы для восстановления промысловых запасов. Практически они работают только на сохранение генофонда осетровых рыб [3].

Более чем полувековой период регулирования волжского стока каскадом Волжско-Камских водохранилищ привел к полной деградации биоресурсов Волго-Каспия – важнейшего рыбопромыслового водоема Российской Федерации. Усугубились проблемы водного транспорта, обусловленные не соблюдением гарантированных навигационных глубин в летнюю межень, что приводит к удорожанию перевозок, а также к дополнительным расходам на проведение дноуглубительных работ на Волге и в Волго-Каспийском морском судоходном канале.

Большие сложности возникают в период летней межени при современных расходах 5,0 тыс. м³/с с поливным земледелием в низовьях Волги, без которого не может развиваться агропромышленный комплекс Астраханской области. Все вышеизложенное свидетельствует о необходимости пересмотра «основных правил эксплуатации водных ресурсов водохрани-

лиц по р. Волге» с учетом обеспечения необходимых требований для сохранения природных комплексов низовьев Волги. Это должно стать основной задачей при управлении водными ресурсами р. Волги, поскольку тем самым будет минимизирован ущерб уникальному биопродуктивному комплексу Волго-Каспия.

Ежегодные подсчеты ущербов, создали видимость заботы о сохранении биоресурсов, что в конечном счете привело к их деградации и полному прекращению промышленного лова осетровых. Значительный урон был нанесен наиболее массовым ценным видам рыб. К примеру: вылов воблы в 70–80-е годы составлял 18–20 тыс. т, современные уловы – около 2 тыс. т, судак, соответственно 4 тыс. т и 0,3 тыс. т.

Последний период после зарегулирования стока Волги показал, что недостаточный учет эколого-экономических последствий регулирования стока реки каскадом водохранилищ привел и продолжает приводить к выбору неэффективных решений в управлении водными ресурсами бассейна Волги и ее низовьев, при которых рыбная отрасль не обеспечивается минимально необходимыми гидроэкологическими условиями для естественного воспроизводства рыб.

Необходимость новых подходов к экономической ценности рыбных ресурсов обусловлены всевозрастающей потребностью населения в белковых продуктах, особенно рыбных, ограниченностью запасов промысловых видов рыб и продолжающемуся резкому их сокращению, особенно осетровых. Рыбная промышленность в этих условиях несет большой экономический ущерб. Но вместе с тем, ввиду отсутствия методических подходов в стоимостной оценке одного киловатт электроэнергии крайне сложно оценить теряемые водные биологические ресурсы. Часто они одновременно не имеют эквивалентных социальных и экономических оценок. Например, рыночная «цена» биологического вида с уменьшением его численности резко возрастает, но полученная прибыль «оседает» у предпринимателей и не расходуется на восстановление популяции этих видов рыб. В длительном интервале времени рыбные ресурсы в целом становятся экономически, экологически и социально дороже.

В новых экономических условиях важным условием социально-экономического развития Астраханской области является комплексное и рациональное природопользование, энерго- и ресурсосбережение.

При решении водохозяйственных вопросов все факторы интенсификации водных ресурсов должны быть сбалансированы с природными. Возобновление межотраслевых и межхозяйственных связей, науки и производства станет залогом повышения рационального и комплексного использования водных ресурсов в народном хозяйстве, жизнеобеспечения и качества жизни населения Астраханской области.

Литература

1. О состоянии и использовании водных ресурсов РФ в 2009 году : государственный доклад / НИИ «Природа». – М., 2010. – 278 с.
2. Дубинина, В. Г. Оценка негативных последствий антропогенного воздействия на водные экосистемы и их биоресурсы и возможные пути решения проблем (на примере бассейнов южных морей) / В. Г. Дубинина, Д. Н. Катунин, С. В. Жукова, В. Н. Кочиков // Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования : Всероссийская научная конференция. – Калининград : Терра Балтика, 2011. – С. 464–474.
3. Ходаревская, Р. П. Современное состояние запасов водных биологических ресурсов Каспийского бассейна / Р. П. Ходаревская, Г. А. Судаков, А. А. Романов // Вопросы рыболовства. – 2007. – Т. 8, № 4 (32). – С. 608–622.

БАЛАНС УГЛЕВОДОРОДОВ НА УЧАСТКЕ р. ВОЛГА ОТ ПЛОТИНЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ ГЭС ДО МОРСКОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО КАНАЛА

В. Г. Петреченкова

*Каспийский морской научно-исследовательский центр,
г. Астрахань (Россия)*

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) являются основными загрязнителями поверхностных вод. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) входят в число ксенобиотиков, потенциально опасных для окружающей среды. Интенсивное производство и применение детергентов обуславливает присутствие СПАВ в качестве постоянного компонента отходов и выбросов различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Насыщение ими биосферы может привести к необратимым последствиям ввиду их многопланового отрицательного воздействия на живые организмы [4, 5].

При проведении мониторинга водных объектов контролируется содержание в воде СПАВ (ПДК = 0,5 мг/дм³), концентрация которых нормируется в водоемах хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения [1, 2].

Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5–15 мг/дм³ рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр [5].

СПАВ поступают в водоемы из различных антропогенных и природных источников, вовлекаются во внутриводоемные процессы, испытывают абиогенную и биогенную трансформацию, степень, направление и скорость которой зависит от молекулярной структуры, физических и химических свойств УВ [4, 5]. Процессы поступления, трансформации, переноса, накопления, удаления необходимо учитывать при управлении качеством воды [3, 6], но проследить их по отдельности практически невозможно. Поэтому для этих целей удобнее пользоваться интегральной оценкой, каковой является баланс УВ в водных объектах.

Целью наших исследований явился расчет баланса синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) на участке р. Волга от плотины Волгоградской ГЭС до морской части Волго-Каспийского канала (ВКК). Материалами для них послужили данные гидрологических и гидрохимических наблюдений, проводившихся на этом участке реки в августе 2010 г. на 37 створах, расположенных от Ушаковки до 150 км ВКК.

Методика расчета, анализа и оценки баланса

На первой стадии расчета баланса для каждого створа рассчитывалась средняя концентрация вещества в воде и средний расход воды, а также проводился расчет химического стока (C_d) в каждом створе с использованием формулы:

$$C_d = Q C_w$$

где Q – расход воды, m^3/c ; C_w – концентрация вещества в воде (мг/л). Результаты расчета стока СПАВ выражались в тонн/сутки.

На следующей стадии определялись приходные и расходные статьи баланса, базовые коэффициенты обогащения (обеднения) и цепной темп прироста. Баланс веществ рассчитывался для основного русла (р. Волга – р. Бахтемир – ВКК), которое было разделено на два участка (река и канал). В качестве приходных статей баланса выступали: приход (сток в исходном створе) по основному руслу и локальное обогащение. В качестве расходных статей баланса выступали расход по основному руслу (сток в конечном створе) расход в боковые рукава (Бузан, Болда, Кизань, Старая Волга) и локальное обеднение. Для определения локального обогащения (обеднения) рассчитывалось приращение стока (Δ) по формуле: $\Delta = C_{d_{i+1}} - C_{d_i}$, где $C_{d_{i+1}}$ – химический сток в соседнем нижележащем, а C_{d_i} – химический в соседнем вышележащем створе реки (канала). Положительное приращение считалось обогащением, а взятое по модулю отрицательное приращение считалось обеднением. За базовый коэффициент обогащения принималась сумма всех положительных приращений стока на данном участке реки, отнесенная к стоку в исходном створе (приходу), взятому за 100 %.

За базовый коэффициент обеднения принималась сумма всех отрицательных приращений стока на данном участке реки, отнесенная к стоку в исходном створе (приходу), взятому за 100 %. Значения базового коэффи-

циента обогащения (обеднения) использовалось для оценки скорости обогащения (обеднения) по следующей шкале:

<i>Значение коэффициента</i>	<i>Скорость</i>
Менее 10 %	Очень низкая
От 10 до 30%	Низкая
От 30 до 60%	Средняя
От 60 до 100%	Высокая
Более 100%	Очень высокая

Темп прироста цепной (T_i) рассчитывался для каждого створа по формуле:

$$T_i = 100\Delta_i / C d_i.$$

В направлении вниз по течению реки изменения концентрации большинства веществ в речной воде носили волнообразный характер. Для того чтобы отличить волнообразные колебания стока от колебаний, вызванных иными факторами, в работе использовался критерий Cdk , который представлял собой произведение безразмерного коэффициента (равного 2,5) на среднее значение взятых по модулю приращений стока (Δ_i).

Результаты исследований

На участке реки от Ушаковки до Ильинки приток СПАВ в верхнем створе составил 19,75 тонн/сутки, а отток в нижнем створе был равен 7,10 тонн/сутки (табл. 1). Суммарный расход СПАВ по основным рукавам на этом участке составил 10,78 тонн/сутки. Базовый коэффициент обогащения составил 31,7 %, а базовый коэффициент обеднения – 41,2,4 %. Исходя из этого, скорость процессов обогащения и обеднения оценивается как средняя. Максимальное обогащение, равное 4,32 тонн/сутки, зарегистрировано на участке Цаган-Аман – Енотаевка, а максимальное обеднение, равное 3,33 тонн/сутки, – на участке Ахтубинск – Черный Яр.

На участке канала от Красных Баррикад до 150 км приток СПАВ в верхнем створе составил 5,29 тонн/сутки, а отток в нижнем створе был равен 6,55 тонн/сутки. Базовый коэффициент обогащения составил 66,7 %, а базовый коэффициент обеднения – 42,9 %. Исходя из этого, скорость процесса обогащения оценивается как высокая, а обеднения - как средняя. Максимальное обогащение, равное 0,76 тонн/сутки, зарегистрировано на участке Бахтемир – Маячное, а максимальное обеднение, равное 1,01 тонн/сутки, – на участке Оля – Житное.

Как следует из рис. 1, в направлении вниз по течению реки изменения концентрации СПАВ в воде носили волнообразный характер, при этом волны с размахом колебаний 0,06 мг/л накладывались на волны с размахом колебаний 0,09 мг/л. Соответственно колебания стока СПАВ (тонн/сутки) по основному руслу также имели волнообразный характер, хотя снижение

стока в верхней части дельты в основном было обусловлено оттоком фенолов в боковые рукава.

Чтобы отличить волновые приращения стока, от приращений, вызванных иными причинами, использовался критерий $Cdk = 16,6\%$. В соответствии с этим критерием приращение стока на участке Цаган-Аман – Енотаевка (рис. 2), по-видимому, обусловлено загрязнением реки СПАВ. Обеднение вод от СПАВ на участках Стрелецкое – Старый мост и Оля – Житное, объясняется высокой скоростью самоочищения.

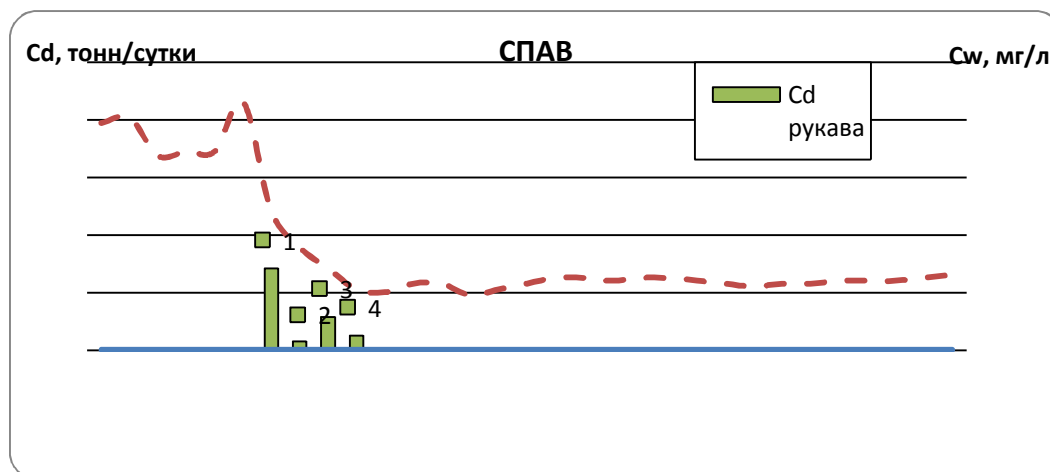


Рис. 1. Изменения концентрации (C_w , мг/л) и стока (C_d , тонн/сутки) СПАВ по основному руслу и рукавам дельты на участке Нижней Волги и Волго-Каспийского канала в августе 2010 года (1 – Бузан; 2 – сток Болда; 3 – сток Кизань; 4 – Старая Волга)

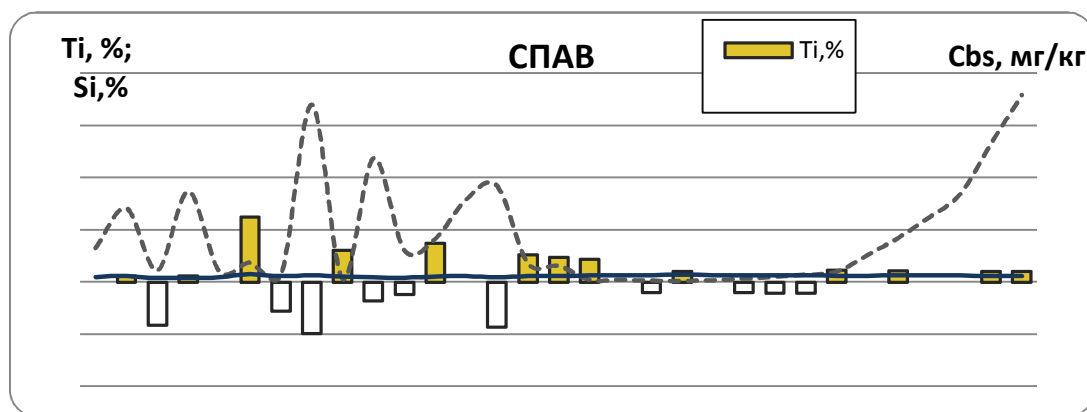


Рис. 2. Темп прироста цепной (T_i , %) стока СПАВ (тонн/сутки) в направлении вниз по течению реки на участке Нижней Волги и Волго-Каспийского канала на фоне изменений концентрации СПАВ (C_{bs} , мг/кг) и илистой фракции (%) в донных отложениях

Таблица 1

Баланс СПАВ на участке Нижней Волги от Ушаковки до Ильинки
и на участке Волго-Каспийского канала от Красных Баррикад
до 150 км (тонн/сутки) в августе 2010 года

Интервал	Приход		Расход		
	Русло	Обогащение	Русло	Рукава	Обеднение
Река					
Ушаковка – Ахтубинск	19,75	0,47			
Ахтубинск – Черный Яр					3,33
Черный Яр – Никольское		0,39			
Никольское – Цаган-Аман		0			
Цаган-Аман – Енотаевка		4,32			
Енотаевка – Стрелецкое				7,12	2,42
Стрелецкое – Старый Мост				0,75	2,38
Старый мост – Ильинка		1,09	7,10	2,91	
ИТОГО	19,75	6,27	7,1	10,78	8,13
ВСЕГО	26,02		26,01		
Канал					
Кр. Баррикады – Бахтемир	5,29				0,25
Бахтемир – Маячное		0,76			
Маячное – Оля		0			
Оля – Житное					1,01
Житное – 90 км		0,50			
90–99 км / 93–102 км		0,50/0,50			
96–105 км / 99–108 км		0			/0,25
102–111 км / 105–114 км		0,25/0			
108–117 км / 111–120 км					0,25/0,25
114–123 км / 117–126 км		/0,25			0,25
120–129 км / 123–132 км		0/0,25			
126–135 км / 129–140 км		0/0			
132–145 км / 135–150 км		0,25/0,25	/6,55		
ИТОГО	5,29	3,53	6,55		2,27
ВСЕГО	8,81		8,81		

Таблица 2

Сводный баланс СПАВ на участке Волги от плотины Волгоградской ГЭС
до авандельты в августе 2010 г. (тонн/сутки)

Участок	Приток по основному руслу		Отток по основному руслу		Отток в боковые рукава		Вклад местных факторов	
	тонн/сутки	%	тонн/сутки	%	тонн/сутки	%	тонн/сутки	%
СПАВ								
Река	19,7	100	7,1	36,0	10,8	54,8	-1,86	9,4
Канал	5,3	100	6,5	122,6	–	–	+1,26	23,7
Весь	19,7	100	6,5	33,0	10,8	54,8	-0,6	0,3

Из табл. 2 следует, что в нижний бьеф плотины Волгоградской ГЭС в августе 2010 года ежедневно сбрасывалось 19,7 тонн СПАВ. Но до моря по Волго-Каспийскому каналу доходило не более трети из них (6,5 тонн). Остальная часть ЗВ поступала в море по другим рукавам и распределялась вдоль морского края дельты и авандельты. Вклад местных факторов в баланс нестойких органических загрязнителей был практически нулевым.

Обобщая результаты исследований, выполненных с использованием балансового метода, следует что, на участке «Канал» происходило повышение стока СПАВ, возможно, за счет их высвобождения из донных отложений.

Литература

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т. В. Гусевой. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
2. Майстренко, В. Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / В. Н. Майстренко, Н. А. Ключев. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004 – 323 с.
3. Моисеенко, Т. В. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты / Т. В. Моисеенко. – М. : Наука, 2009 – 400 с.
4. Пузырева, С. Г. Изучение возможности биodeградации СПАВ различной химической природы / С. Г. Пузырева // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 1. – С. 28–29.
5. Остроумов, С. А. Влияние синтетических поверхностно-активных веществ на гидробиологические механизмы самоочищения водной среды / С. А. Остроумов // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 5. – С. 546–555.
6. Филенко, О. Ф. Основы водной токсикологии / О. Ф. Филенко, И. В. Михеева. – М. : Колос, 2007. – 144 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Л. В. Боронина, С. З. Тажиева, Г. Б. Абуова, А. Э. Усынина
Астраханский инженерно - строительный институт,
г. Астрахань (Россия)

В Российской Федерации обеспеченность водными ресурсами на одного человека в год составляет 30,2 м³, что значительно превышает установленный ООН критический минимум 1,7 тыс. м³. Однако на освоенные районы страны, где сосредоточено более 70 % населения и производственного потенциала, приходится не более 10 % [4]. К числу районов, страдающих от дефицита водных ресурсов для обеспечения сельскохозяйственных и рыбохозяйственных нужд, относится Астраханская область. Единственный крупный водоисточник – река Волга находится под постоянным негативным антропогенным воздействием. Более 70 % сточных вод,

подлежащих очистке, сбрасываются недостаточно очищенными, около 20 % – загрязненными без очистки, и только 10 % – очищенными до установленных нормативов. Вместе со сточными водами в паводковый период поступают загрязняющие вещества.

По санитарно-химическим и микробиологическим показателям в 2011 году отмечается превышение доли проб отбора воды, не отвечающих гигиеническим нормативам (по сравнению со средними областными показателями) в местах водозабора из поверхностных источников централизованного водоснабжения. Поступление загрязняющих веществ в водные объекты происходит от источников, расположенных как на территории Астраханской области, так от источников загрязнения сопредельных территорий.

По санитарно-химическим показателям качество воды водоемов I категории в 2011 году несколько улучшилось: доля неудовлетворительных проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам, составила 5,1 % (2010 г. – 10,5 %), по микробиологическим показателям доля неудовлетворительных проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам, составила 3,8 % (2010 г. – 4,8 %) (рис. 1).

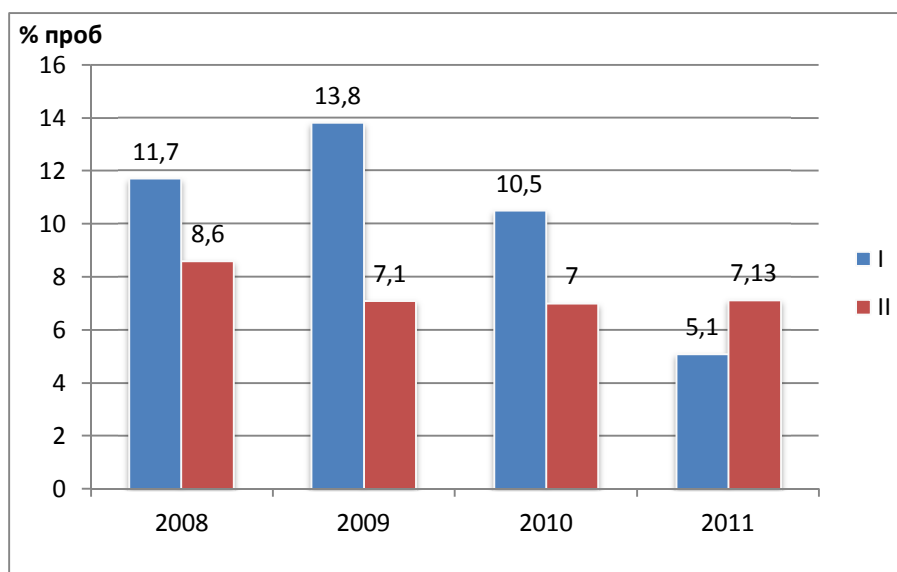


Рис. 1. Доля проб воды водоёмов (%), не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям

В водоемах II категории уменьшилась доля нестандартных проб по микробиологическим показателям и составила 12,2 % (2010 г. – 18,2 %; 2009 г. – 10,9 %), а по санитарно-химическим показателям составила 7,13 % (2010 г. – 7,0 %) (рис. 2).

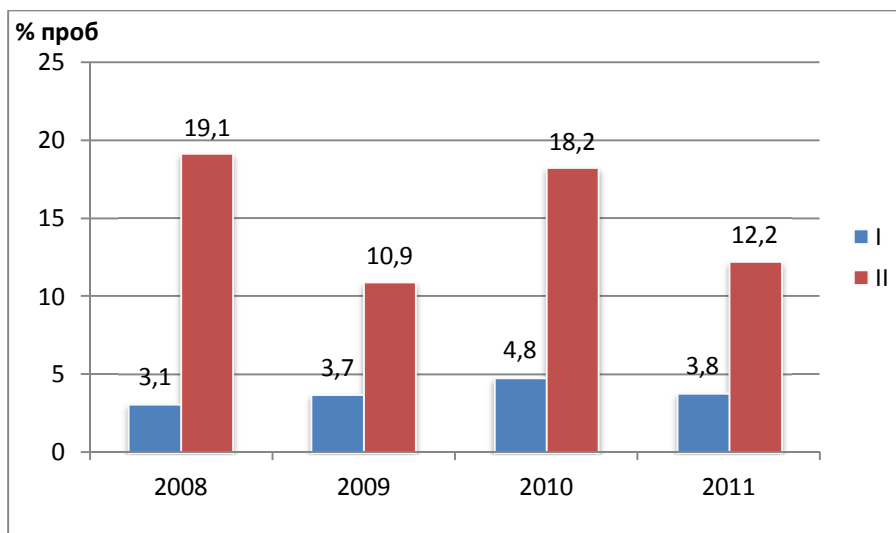


Рис. 2. Доля проб воды водоёмов (%), не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям

Основными загрязняющими веществами в водоемах II категории при исследовании проб являлись нефтепродукты. В 2011 году на нефтепродукты исследовано 361 проба речной воды, из них не соответствовало гигиеническим нормативам 16 проб (4,4 %), в 2010 году было исследовано соответственно 469 проб речной воды на нефтепродукты, не соответствовало гигиеническим нормативам 25 проб (5,3 %).

Основные показатели качества воды по поверхностным источникам в местах водозабора по области представлены на рис. 3.

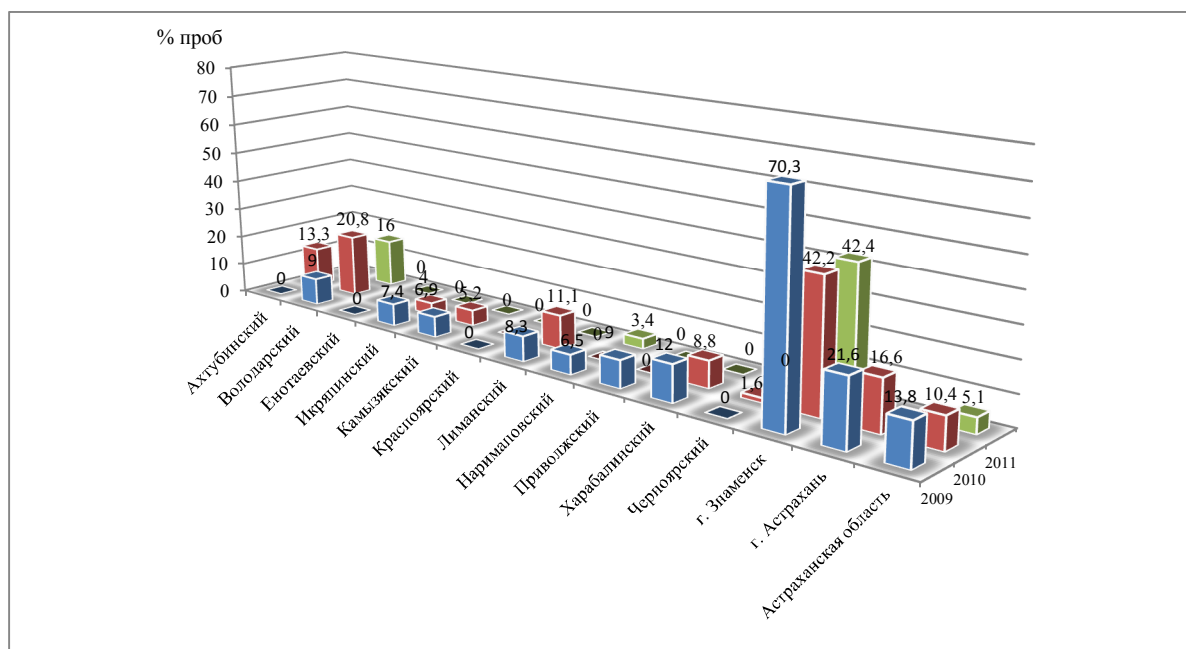


Рис. 3. Доля проб воды в местах водозабора из поверхностных источников централизованного водоснабжения (%), не отвечающей гигиеническим нормативам

Удельный вес источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, не отвечающего санитарным требованиям из-за отсутствия зон санитарной охраны, в 2011 году составил – 12,5 % (6 из 48), в 2010 году 10,4 % (5 из 48). В 2011 году на территории Астраханской области сброс сточных вод в поверхностные водоемы осуществляли 60 водопользователей. Основной объем сброшенных сточных вод приходится на предприятия промышленности, которыми сброшено в водные объекты в 2011 году 75,27 млн м³ сточных вод. Основными загрязнителями поверхностных водных объектов являются предприятия жилищного коммунального хозяйства [1, 3].

Объемы накоплений загрязняющих веществ в водах реки Волга по отношению к утвержденным нормативам, предельно допустимым концентрациям и величинам ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для поверхностных вод, а также кратность превышений по некоторым из которых для рассматриваемого водоема представлена в таблице 1.

Таблица 1

Кратность превышения ПДК
по содержанию загрязняющих веществ в р. Волга

Наименование показателей	ПДК, мг/л	Кратность превышений ПДК по годам					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
содержание кислорода	6,0	1,7	2,1	1,8	1,8	1,6	1,6
сульфаты	100	0,8	0,95	0,8	1,3	1,5	1,7
БПК ₅	3,0	1,2	1,5	1,1	1,2	1,3	1,3
общее железо	0,1	2,0	2,0	2,8	2,1	2,0	5,0
медь	0,001	4	6	6,3	5,5	5,7	6,0
цинк	0,01	37	39	19,1	10,3	13,6	23
ртуть	0,00001	100	300	200	250	190	200
фенолы	0,001	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
нефтепродукты	0,05	2,2	2,0	2,0	1,4	1,4	2,0

Для вод реки Волга по основному руслу превышение ПДК наблюдалось по показателям сульфаты, общее железо, медь, цинк, медь, ртуть, нефтепродукты (рис. 4).

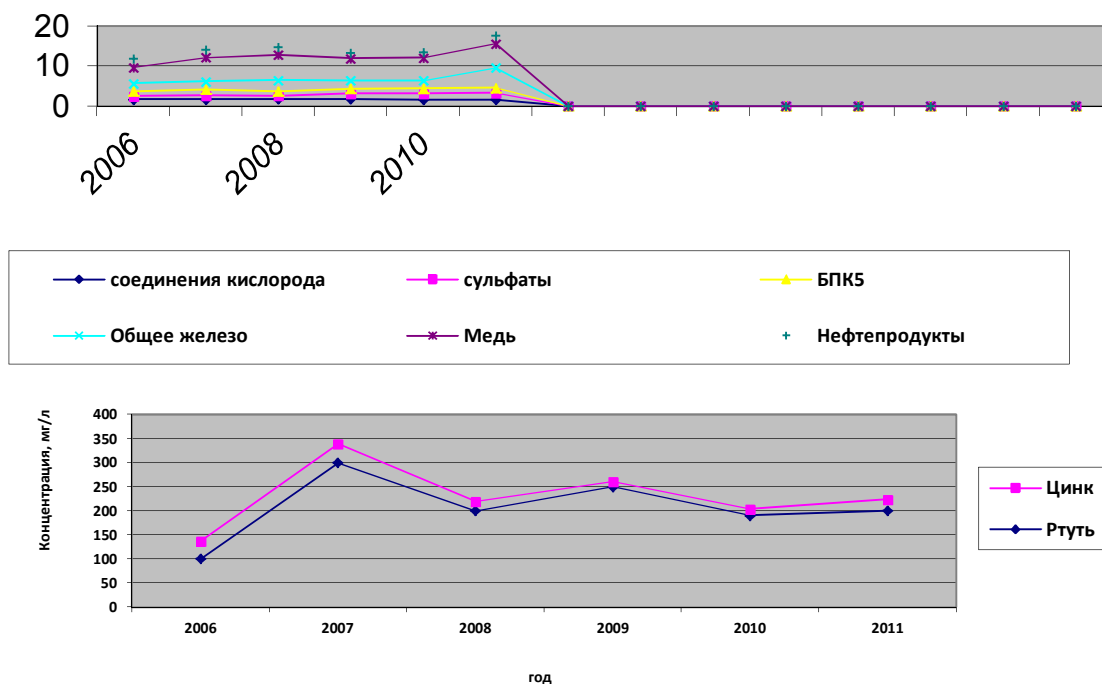


Рис. 4. Превышение ПДК наблюдалось по показателям: сульфаты, общее железо, медь, цинк, медь, ртуть, нефтепродукты

Содержание соединений меди в Волге в 2011 году в среднем увеличилось на ПДК и составило 6 мкг/л (6 ПДК). Максимальное содержание соединений меди наблюдалось в створе правобережных очистных сооружений и составляло 26 мкг/л (26 ПДК). Средняя концентрация цинка в реке Волга возросла на 1,5 ПДК и составила 26 мкг/л (3 ПДК). Загрязнение вод соединениями ртути имеет небольшое превышение по сравнению с показателями 2010 года. По прежнему воды р. Волга загрязнены соединениями железа, концентрации железа за 2011 год наблюдались в пределах 1–5 ПДК, наибольшее загрязнение составило 0,5-0,54 мг/л (5 ПДК) [2].

Среднегодовые показатели по БПК₅ не изменились по сравнению с показателями прошлого года.

Поэтому требуется разработка экологически безопасных и экономически выгодных сооружений и устройств, способных очистить речную воду на предварительной стадии. Как один из вариантов решения экологической проблемы может быть поиск и исследование альтернативных источников питьевого водоснабжения, позволяющих с меньшими затратами обеспечивать население питьевой водой. Такими источниками в регионе являются подземные воды. Химический состав подземных вод характеризуется постоянством за многолетний период эксплуатации. Однако, в связи с подъемом уровня и прекращением подтягивания соленоватых хлоридных натриевых вод с нижнего водоносного слоя в период максимального водотока (до 1991 г.) произошло изменение состава воды с хлоридных натри-

евых на хлоридно-карбонатные натриевые. Минерализация снизилась на 0,06–0,1 г/л и колеблется по участку от 0,2 до 0,8 г/л.

Гидрогеологическая среда Астраханской области находится под интенсивным техногенным воздействием. Лабораторные исследования последних лет показали стабильное сохранение загрязняющих компонентов практически на всех месторождениях. Основными причинами загрязнения подземных вод на территории области являются: устаревшие конструкции канализационно-очистных сооружений механической очистки (износ составляет до 90 %); несанкционированный сброс стоков непосредственно на поля фильтрации; утечка нефтепродуктов на складах ГСМ; отсутствие искусственного экрана на экологически опасных объектах; близкое расположение первого от поверхности водоносного горизонта; несанкционированные свалки.

Необходимо отметить, что ранее оборудованные наблюдательные скважины со временем выходят из строя (засыпаются, закидываются посторонними предметами), в связи с чем данные лабораторных испытаний получают искаженные. Восстановление наблюдательных скважин производится редко и в недостаточном количестве.

Таким образом, при решении вопроса об использовании подземных вод в качестве источников водоснабжения, необходимо решать комплекс вопросов, связанных с оборудованием и восстановлением наблюдательных скважин.

Библиографический список

1. Боронина, Л. В. Экологическая оценка источников коммунального и промышленного водоснабжения Астраханской области / Л. В. Боронина // Водоочистка. – Астрахань, 2011. – № 9 (11). – С. 63–69.
2. Государственные нормативы 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы (с изменениями от 28 сентября 2007 г.) / Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы – Минздрав России. – М., 2003. – 353 с.
3. Государственные доклады об экологической обстановке на территории Астраханской области в 2006–2010 гг. / Информационно-аналитический отдел службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области. – Астрахань, 2008–2011.
4. О Федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 годах [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 19.04.2012 г. № 350. – Режим доступа: <http://m1g1.ru/document/99/902343713/XA00LUO2M6/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

СОРБЕНТ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ВОДЫ

Е. М. Евсина

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Н. М. Алыков, Н. Н. Алыков, Т. М. Алыкова, А. Е. Кудряшова
Астраханский государственный университет

г. Астрахань (Россия)

А. М. Евсин

*Инженерно-технический центр ООО «Газпром добыча Астрахань»,
г. Астрахань (Россия)*

В условиях повсеместного роста загрязнения окружающей среды, особенно в промышленно развитых странах, особую значимость приобретают материалы, способствующие улучшению ее экологического состояния.

Известен способ удаления радионуклидов стронция, рубидия, цезия, урана и некоторых токсичных ионов металлов из водных потоков с использованием опок. Изобретение может быть использовано во всех случаях, когда требуется очистка любых количеств воды от радионуклидов и тяжелых токсичных ионов металлов.

Известен способ очищения водных сбросов атомных электростанций путем выделения из них радионуклидов с помощью неорганических ионообменников – цианоферратов кобальта – калия (выделение цезия), сурьмяной кристаллической кислоты (выделение стронция) [1].

Недостатком данного способа является необходимость применения в сорбционной технологии большого числа дорогих и технологически неудобных для дальнейшей переработки ионообменных материалов.

Известен сорбционный способ, в котором в качестве сорбента используют гидрат силиката кальция состава $\text{CaSiO}_3\text{H}_2\text{O}$ [2]. Сорбент проявляет ионообменную селективность по отношению к двухзарядным катионам Ni, Hg, Cu, Cd (K_d равен 800-1000). Частичное замещение кальция в сорбенте на натрий придает ему селективность к ионам цезия ($K_d \sim 1000$).

Данный способ характеризуется низкой величиной коэффициента распределения при извлечении радионуклидов из растворов, содержащих постоянный электролит.

Известен способ извлечения радионуклидов из водных растворов в динамическом режиме с помощью неорганического композиционного сорбента, содержащего смешанный гексацианоферрат определенных металлов и воду [3].

Однако данный способ характеризуется невысоким коэффициентом распределения по отношению к таким радионуклидам, как уран, плутоний, стронций. Особенно это относится к работе с растворами, содержащими

посторонний электролит, что, как правило, характерно для всех природных и техногенных водных растворов.

Известен способ удаления оксианионов тяжелых металлов из водных потоков. Оксиданионы различных загрязняющих элементов, таких как хром, сурьма, молибден, вольфрам, ванадий и уран, и другие, удаляют из воды или водных исходных материалов путем обработки исходного водного материала сорбентом, содержащим одно или более соединений РЗЭ, смешанных с твердой фазой или на нее нанесенных, которая имеет катионообменную емкость менее 20 миллиэквивалентов на 100 г, или обрабатывают водным раствором одного или более растворимых соединений РЗЭ с образованием нерастворимой композиции на основе оксиданионного соединения РЗЭ. Изобретение обеспечивает эффективное удаление токсичных металлов, включая радиоактивные, с использованием сорбционной технологии [4].

Недостатком данного способа является то, что не происходит эффективного удаления различных типов многих токсичных металлов и радионуклидов из огромных объемов питьевой воды, воды из скважин и промышленных вод.

Известен способ дезактивации от ^{137}Cs в режиме рециркуляции нейтральной деминерализованной воды с бассейна выдержки топлива на АЭС в Бладуэлле [5, с. 343]. Очищаемую воду пропускают вначале через колонну с цеолитом Decaloi, а затем через ионообменный деминерализатор. Недостаток способа - низкая химическая устойчивость используемого цеолита, что обуславливает введение дополнительной ионообменной ступени очистки. В другом техническом решении [6] через гранулированный синтетический морденит пропустили 16 тыс. колоночных объемов хладагента из бассейна для хранения отработавшего топлива в режиме рециркуляции; в результате было удалено более 95 % радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{110}Ag . Недостаток способа заключается в низкой селективности сорбента, на что указывает невысокий коэффициент очистки по радиоцезию (20) при довольно большом фильтроцикле. Другой недостаток, это низкая химическая стойкость сорбента и вообще цеолитов, в результате чего в эффлюент попадают примеси основы - кремний, алюминий, натрий и др.

Известны способы дезактивации с помощью гексацианоферратов водного теплоносителя реактора от радиоцезия [7] и воды бассейна выдержки отработавшего топлива АЭС от ^{137}Cs и ^{90}Sr . По первому способу [8] через стеклянную колонку, загруженную 1 см³ гексацианоферрата титана, импрегнированного в катионообменную смолу в количестве 23 %, пропускали имитат водного теплоносителя 1-го контура реактора ВВЭР-440 (0,065 моль/л H_3BO_3 , 0,025 моль/л KOH , 0,002 моль/л NH_4OH) со скоростью 10 м/ч (сорбент был получен по польскому патенту Np-2255191, 1985 г. [7]). К концу фильтроцикла в 25 тыс. колоночных объемов (к.о.) коэффициент очистки по ^{137}Cs составлял 100, а концентрация гексациано-

феррат-ионов 2 мг/л. По второму способу [8] очистку воды бассейнов выдержки отработавшего топлива от радиоактивных примесей в режиме рециркуляции ведут на фильтре смешанного действия, состоящего из отечественных катионита КУ-26 в Н⁺-форме и анионита АВ-17 в ОН-форме в соотношении 1:1, 10–20 % количества которых из общего объема загрузки 300 л предварительно модифицируют гексацианоферратом никеля методом импрегнирования. Коэффициент очистки по ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, равный 10, достигается при прохождении соответственно 5000 и 10 к.о. воды, имеющей соледержание 400 мг/л и суммарную бета-активность 1107 Бк/дм³ (0,27 Ки/л).

Основной недостаток обоих способов [7, 8] – применение неорганического сорбента на радиационно-нестойкой органической основе, что при высокой удельной активности воды (1107 Бк/л и выше) существенно снижает ресурс работы фильтра, а особенно при циклическом режиме его работы, когда поглощенная сорбентом активность находится в колонках в течение продолжительного времени (недели и месяцы). Другой недостаток, как видно из [8] заключается в невысоком ресурсе работы загрузки по долгоживущему ⁹⁰Sr, что связано с низкой селективностью сорбента-модификатора.

Известен способ, взятый нами в качестве прототипа, включающий осветление маломинерализованных слабо радиоактивно-загрязненных вод в емкости-отстойнике, в которую вводят взвесь измельченных отходов производства цеолитов. Затем производят очистку от остатков взвесей на механических фильтрах и ультрафильтрах с возвратом концентрата последних (50–90 % потока вод) в емкость-отстойник и доочистку вод на фильтрах с синтетическим натриевым цеолитом. Очищенные воды подают в промежуточную емкость, а образующийся осадок, содержащий вторичные отходы, заключают в цемент. Данный способ обезвреживания позволяет достичь очистки от бета-нуклидов в 102–103 раза, сократить объем вторичных отходов до 0,2 % объема исходных вод и снизить выщелачиваемость радионуклидов из продуктов отверждения до значений не более $1 \cdot 10^{-3}$ г/см²·сут, что позволяет захоранивать их в простейшие грунтовые могильники [9]. Кроме того, данный способ позволяет проводить непрерывную очистку воды от радионуклидов и токсичных элементов в потоке.

Недостатком способа является невозможность удаления радионуклидов из засоленных вод.

Нами предлагается, в качестве эффективного сорбента для очистки воды от радионуклидов и токсичных тяжелых элементов предлагается использовать опоки [10–11].

При изучении адсорбции ряда ионов металлов на них было обнаружено, что в широком диапазоне рН многие катионы прочно адсорбируются, причем в отдельных случаях наблюдается как бы необратимая сорбция. Прочно адсорбируются ионы аммония, калия, рубидия, цезия, железа, ко-

бальта, никеля, марганца (II), хрома (III), цинка, кадмия, свинца, ртути, меди, редкоземельных элементов. Вместе с тем, захватываются при адсорбции из растворов ионы натрия, алюминия, галлия, циркония. Эти ионы могут быть десорбированы не только при подкислении элюирующего раствора, но также и при промывании сорбента водой.

Анализ результатов, полученных при изучении адсорбции катионов, позволил сделать начальное заключение: те ионы, которые содержат вакантные d- или f-орбитали, образуют с опоками прочные адсорбционные комплексы.

Опоки использованы для извлечения из воды различной степени засоленности ионов калия, рубидия, цезия, кальция, стронция и бария. Для этого была изучена адсорбция перечисленных ионов из специально приготовленных растворов, а также из воды природных водоемов и рассолов, заполнивших емкости для хранения газового конденсата и жидких углеводородов, которые были созданы спецметодом по проекту «Вега». Содержание всех рассматриваемых ионов определяли методами пламенной фотометрии и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Из полученных результатов следует, что крупка из опок может быть эффективно использована для очистки воды от ионов кальция, стронция, бария, калия, рубидия и цезия.

В случае, если водоем содержит значительное количество названных элементов, то наилучшим вариантом является покрытие дна этого водоема слоем раздробленных опок, при этом через какое-то определенное время концентрация в воде данных элементов резко уменьшится. Сами элементы не десорбируются длительное время.

Литература

1. Москвин, Л. Н. Методы химического и радиохимического контроля в ядерной энергетике / Л. Н. Москвин, М. Ф. Гумеров, А. А. Ефимов. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
2. El-Korashy, S. A. Synthetic Crystalline Calcium Silicate Hydrate (I): Cation Exchange and Caesium Selectivity / S. A. El-Korashy. – Monatshefte für Chemie. – 2002. – V. 133. – P. 333–343.
3. Патент РФ № 2113024, МПК G21F 09/12 от 20.02.96.
4. Способ применения редкоземельных элементов для удаления оксианионов из водных потоков : патент 2415709 Российская Федерация, МПК B01J41/02, B01J20/06 / Эдвард Б. Макнью, Ричард Д. Витам, Джон Л. Бурба ; заявитель и патентообладатель Молайкорп минералз, ЛЛК. – № 2008107341/05; заяв. 26.07.2006; опуб. 10.04.2011.
5. Кульский, Л. А. Очистка вод атомных электростанций / Л. А. Кульский, Э. Б. Страхов, А. М. Волошинова, В. А. Близнюкова. – Киев : Наукова думка, 1979. – 208 с.
6. Kourim, V. Methods of fission product separation from liquid radioactive wastes / V. Kourim, O. Vojtech // Atomic Energy Rev. – 1974. – Vol. 12, № 2. – P. 215–273.
7. Berak, L. Sorbents for the purification of low- and medium level radioactive waters / L. Berak, E. Uher, M. Marhol // Atomic Energy Rev. – 1975. – Vol. 13, № 2. – P. 325–366.
8. Franta, P. Poloprovozni overeni technologie cistení chladiva, bazenu skladovani vyhoreleho paliva jaderne elektrarny VI sorpci na syntetickeni mordenitu / P. Franta, P. Vanu-

ra, L. Tomic et al. // *Jad. energ.* – 1987. – Т. 33, № 12. – С. 453–458 (цит. по: РЖХим, 1988, 9И447).

9. А.с. СССР № 1679745 (гриф «ДСП»), кл. С 02F 1/42, заявл. 23.07.87.

10. Алыков, Н. Н. Опои Астраханской области : монография / Н. Н. Алыков, Н. М. Алыков, Т. В. Алыкова, Н. И. Воронин. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2005. – 144 с.

11. Способ получения природного сорбента для очистки воды в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения : патент 2370312 Российская Федерация, МПК В01J20/16, В01F1/29 / Н. М. Алыков, Е. Н. Алыков, Н. И. Яворский, Т. В. Алыкова. – Заяв. 10.08.2007; опуб. 10.20.2009, бюл. № 29.

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

А. А. Жилкин

Общая стратегия Астраханской области –
восстановление и развитие водохозяйственного комплекса Нижней Волги..... 3

Н. А. Сахарова, А. А. Сахарова

Плюсы и минусы установления нормативов допустимых сбросов..... 15

Б. И. Кочуров, В. А. Лобковский, Л. Г. Лобковская

Оценка природного потенциала регионов Российской Федерации 20

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ

А. П. Стоногина

Модель управления водным режимом западных подстепных ильменей..... 29

Г. Ф. Красножон, К. Ю. Шаталова

Возможности использования одномерных гидравлических моделей
при управлении водными ресурсами Нижней Волги..... 33

С. А. Подоляко, Ю. А. Благова, Л. А. Штепина

Влияние обводненности пойменных нерестилищ нижней зоны
дельты р. Волги на развитие молоди рыб и ее кормовой базы..... 40

В. Г. Пряжнинская, Л. К. Левит-Гуревич

Применение программно-целевого подхода в управлении
водным хозяйством Прикаспийского региона РФ 44

Л. К. Левит-Гуревич

Некоторые пути решения проблем Нижней Волги:
рациональное вододеление по водотокам в период маловодья..... 53

В. В. Залепухин, Е. А. Сеимова

Проектные расчеты и современная рыбохозяйственная обстановка
на Волгоградском водохранилище 62

Л. А. Зыков, Г. Ф. Зыкова

Оценка промыслового возврата волго-каспийского судака
Luciorerca luciorerca (l) от молоди искусственного воспроизводства 68

В. М. Распопов, Т. Н. Кобзева

Современный взгляд на экологические основы
воспроизводства осетровых р. Волги 74

С. М. Немошкалов

Рекомендации по рациональному размещению участков обваловки грунта
при выполнении работ по расчистке водотоков дельты р. Волги
в местах образования наносов и заиления..... 77

П. И. Бухарицин

Оценка состояния и формирования гидрологического режима
низовьев реки Волги в интересах народного хозяйства 82

<i>Л. Г. Синенко, Л. Г. Гурболикова</i> Распределение и перераспределение стока воды в системе рукава Камызяк.....	88
<i>Л. Г. Синенко</i> Водоприемная способность котловин западных подступных ильменей	90
<i>Л. Г. Синенко, Л. Г. Гурболикова</i> Изменение уровня режима западных подступных ильменей в результате хозяйственной деятельности.....	92
<i>А. М. Пархоменко, Г. А. Утежанова</i> Оценка естественного воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги в условиях антропогенного воздействия.....	96
<i>А. Т. Барбанов</i> Управление водными ресурсами Волжско-Камского каскада на основе высокоточного прогноза поверхностного стока талых вод	100
<i>С. Я. Семенов, С. М. Лихолетов, В. А. Малахов</i> Некоторые пути решения экологических проблем Волго-Ахтубинской поймы.....	106
<i>Л. Б. Заолеская, Е. Г. Сангина</i> О реализации государственной водной политики на территории Астраханской области	111

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А. П. Демин</i> Развитие прогрессивных технологий орошения в Нижнем Поволжье	119
<i>К. Н. Кулик, А. С. Рулев, В. Г. Юферев</i> Геоинформационный анализ деградационных процессов в пойменных ландшафтах	125
<i>В. Д. Шульга</i> Усыхание дубрав Волго-Ахтубинской поймы: новые следствия проблемы	130
<i>Г. Ф. Соколова</i> Рекультивация мелиорированных залежных земель в дельте Волги.....	134
<i>А. С. Соколова</i> Видовой состав и питательная ценность сорных растений на залежных мелиорированных землях дельты Волги, выведенных из сельскохозяйственного оборота.....	137
<i>М. В. Лозовская, Р. В. Кондрашин</i> К вопросу об оптимизации существующей сети особо охраняемых природных территорий регионального значения в пределах Астраханской области	140

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ СРЕДА ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ

<i>Д. П. Ануфриев, Д. Ш. Смирнова, В. А. Краснов, Р. В. Смирнов, Л. В. Боронина, Х. М. Галимзянов, Ш. А. Якубов</i> Универсальная роль нанодиагностики и нанозащиты от загрязнений – мутагенов, канцерогенов и тератогенов	142
--	-----

<i>Н. С. Щербакова, Е. Г. Локтионова</i>	
Экологическая оценка качества поверхностных и питьевых вод Икрянинского района Астраханской области	148
<i>Е. В. Галлей</i>	
Оценка загрязнения дельты р. Волги хлорорганическими пестицидами.....	154
<i>Н. В. Карыгина, Л. В. Дегтярева</i>	
Органические соединения в донных отложениях дельты р. Волги.....	157
<i>В. В. Проскурина, О. Н. Рылина</i>	
Влияние половодья на инвазию обыкновенной щуки(<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758) цестодами <i>Triaenophorus nodulosus</i> (cestoda: triaenophoridae) в низовьях дельты Волги.....	160
<i>Е. В. Андреева</i>	
Применение макрофитов в условиях Прикаспийского региона.....	164
<i>С. В. Золотокопова, И. С. Егоров, Е. Ю. Лебедева, О. В. Аристова</i>	
Очистка бытовых сточных вод высшей водной растительностью.....	168
<i>Г. В. Кутлусурина, Е. С. Кутлусурин, Ю. С. Аронова</i>	
Современное состояние минеральных вод и лечебных грязей в Астраханской области.....	171
<i>В. А. Климонтова</i>	
Эколого-экономические особенности снижения воздействия жидких отходов нефтегазовых месторождений на водные объекты	176
<i>А. Р. Карасаева, П. И. Бухарицин</i>	
Развитие приморского комплекса Астраханской области в условиях изменения режима стока реки Волга и колебаний уровня Каспийского моря.....	179
<i>Н. Д. Реуцкий, Н. Н. Гаврилов</i>	
Состояние колониальных гнездовых голенастых и веслоногих птиц в западных подстепных ильменах в условиях пониженной водообеспеченности	183
<i>И. А. Бурлаков</i>	
Особенности формирования гидрохимического режима дельтовых водоемов реки Волга	187
<i>В. Н. Саинова, Н. Ю. Полянская</i>	
Системы обеспечения экологической безопасности в области охраны водных ресурсов	191
<i>Д. Ю. Куренков, П. И. Бухарицин</i>	
Истоки опасных процессов и угроз устойчивому развитию геоэкосоциосистемы Северного Каспия.....	196
<i>Е. В. Одокиенко, Е. А. Усманова</i>	
Влияние экологических факторов на состояние здоровья населения г. Тольятти	200
<i>А. П. Демин</i>	
Динамика потребления воды населением волжского бассейна.....	203
<i>А. Б. Китаев</i>	
Химический состав воды Камского водохранилища.....	209
<i>Т. Н. Кобзева</i>	
Современный подход в экологическом геоинформационном моделировании при решении региональных проблем	213
<i>М. В. Войнова</i>	
Проблема вселенцев в Мировом океане.....	215
<i>С. А. Котеньков, И. С. Котеньков</i>	
Становление и развитие рыбной отрасли Астраханского края в IX–XIV вв.	223

<i>И. А. Афанасьев</i>	
Тamarix – растение-биоиндикатор засоленности почв	228
<i>Е. Г. Булаткина, В. А. Андрианов</i>	
Оценка уровня сульфатного загрязнения снежного покрова ландшафтов района дельты Волги	231
<i>А. Ф. Сокольский, О. В. Тюменцева</i>	
Западные подстепные ильмени дельты Волги: перспективы развития.....	238
<i>А. Ф. Сокольский, О. В. Тюменцева, Г. Б. Абуова</i>	
Ресурсосберегающая среда реки Волги: состояние и перспективы	241
<i>А. А. Болеев, Ю. Н. Гончар, Г. Л. Гиззатова</i>	
Анализ работы самотечной сети водоотведения в условиях ее переполнения.....	246
<i>А. А. Войтюк, Д. К. Хатулев, Е. В. Москвичева</i>	
Исследование альтернативных способов утилизации осадков сточных вод.....	249
<i>А. В. Москвичева, С. С. Евлантьев, Д. О. Игнаткина</i>	
Некоторые аспекты реагентной модификации минерального сорбционного материала.....	251
<i>Ю. Ю. Юрьев, Л. З. Перфильева, Е. В. Москвичева</i>	
Очистка фильтрационных вод полигонов твердых бытовых отходов в аэробных условиях	256
<i>Р. В. Потоловский, Ю. Н. Гончар, Г. Л. Гиззатова</i>	
Применение глубокой очистки сточных вод, содержащих водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения	260
<i>А. А. Войтюк, Д. И. Журкин, Е. С. Никитин</i>	
Анализ процесса сжигания осадков сточных вод как наиболее эффективного способа их утилизации	265
<i>Р. В. Потоловский, П. Ф. Юрин, Е. С. Никитин</i>	
Исследования по извлечению взвешенных веществ из сточных вод производства водно-дисперсионных лакокрасочных материалов на каркасно-засыпном фильтре.....	267
<i>А. А. Болеев, Ю. С. Лазарев, А. В. Абрамов</i>	
Анализ возможности и целесообразности использования различных видов пластмассовых труб для реновации водоотводящих трубопроводов.....	272
<i>Л. З. Перфильева, Ю. Ю. Юрьев, Е. В. Москвичева</i>	
Электрохимическая обработка как метод интенсификации биологической очистки фильтрационных вод полигонов твердых бытовых отходов.....	275
<i>Н. В. Дулина, И. Н. Наумов</i>	
О становлении городской культуры Нижнего Поволжья и речных путях региона	279
<i>Л. В. Ларцева, А. А. Истелюева, И. А. Лисицкая</i>	
Антибиотикорезистентность микрофлоры как показатель санитарно-эпидемиологического и экологического состояния гидроэкосистемы дельты Волги.....	285
<i>А. В. Готовцев</i>	
Моделирование водоохраных мероприятий в бассейне Волги	290
<i>П. А. Сидякин</i>	
Актуальные проблемы радиационной экологии строительного комплекса Ставропольского края и основные направления их решения.....	295

<i>И. М. Шереметов</i> Актуальность геоэкологического мониторинга хинтерланда г. Астрахани	299
<i>О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов</i> Практический опыт применения экологических вариантов берегоукрепления в дельте р. Волги.....	304
<i>Н. А. Богданов, Ю. С. Чуйков</i> Геоэкологические исследования в Астраханской области в 90-х годах XX века	308
<i>Л. Ю. Чуйкова</i> Информационное пространство социальной системы и индивидуальное сознание: взаимосвязи и взаимодействия.....	311
<i>Н. М. Алыков, Е. Ю. Шачнева, Д. Е. Арчибасова, Э. А. Тимошадченко</i> Применение сорбентов СВ-1-А2 и СВ-1-А3 для очистки воды от ионов кадмия.....	319
<i>Е. В. Каргаполова</i> Демографический потенциал Астраханской области	326
<i>Л. А. Ващенко</i> Сохранение водных ресурсов как задача воспитания экологической культуры учащихся при реализации проекта «Биологическая очистка промышленных стоков железнодорожного депо».....	336
<i>Е. А. Джалмухамбетова, М. Д. Элькин, Г. Б. Нуржанова</i> Исследование колебательных состояний полихлорированных диоксинов и возможности их спектральной идентификации	339
<i>Г. Б. Нуржанова, Е. А. Джалмухамбетова</i> Моделирование характеристик колебательных спектров некоторых компонентов атмосферного воздуха	343
<i>Т. С. Бесчетнова</i> О роли эколого-экономических факторов при принятии решений управления водными ресурсами в низовьях Волги.....	347
<i>В. Г. Петреченкова</i> Баланс углеводов на участке р. Волга от плотины Волгоградской ГЭС до морской части Волго-Каспийского канала.....	352
<i>Л. В. Боронина, С. З. Тажиева, Г. Б. Абуова, А. Э. Усынина</i> Экологические проблемы на территории волжского бассейна и пути их решения	357
<i>Е. М. Евсина, Н. М. Алыков, Н. Н. Алыков, Т. М. Алыкова, А. Е. Кудряшова, А. М. Евсин,</i> Сорбент для удаления радионуклидов из воды.....	363

Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления

Материалы Второй межрегиональной
научно-практической конференции

25–27 октября 2012 г.

*Материалы публикуются в авторской редакции
Технический редактор Ю. Л. Дмитриева*

Подписано к печати 15.10.2012.
Формат 60×80 1/16. Усл. печ. л. 19,7. Уч.-изд. л. 21,2.
Тираж 200 экз. Заказ №

ДАННЫЕ ТИПОГРАФИИ