

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И ИХ АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

**Воронов Б.А., Махинов А.Н.**

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск;  
e-mail: iver@iver.as.khb.ru*

Состояние водных ресурсов Дальнего Востока определяется комплексом факторов природного и антропогенного происхождения. Природные факторы связаны с неустойчивостью водного режима рек и большинства крупных озер в условиях муссонных черт климата, слабой способностью водных экосистем к самовосстановлению и специфическими особенностями формирования химического состава воды в пределах различных ландшафтов. Антропогенные факторы обусловлены разнообразными видами хозяйственной деятельности на территории региона, среди которых на качество поверхностных вод существенное влияние оказывают промышленные и бытовые стоки крупных городов, горнодобывающая деятельность, плоскостная и линейная эрозия на полях, сведение лесов и пожары. Важнейшим фактором, влияющим на качество воды в реках региона, в течение продолжительного времени остается трансграничный перенос загрязняющих веществ с территории КНР.

На значительной части территории Дальнего Востока формирование химического состава поверхностных вод происходит в естественных условиях, и качество воды характеризуется высокими показателями. Существенное негативное воздействие испытывают водные ресурсы в районах наиболее интенсивной хозяйственной деятельности. В Дальневосточном регионе к таким районам относятся: 1) реки бассейна Амура, 2) речные системы в зонах влияния ГОКов и разработок россыпных месторождений полезных ископаемых на территориях горнопромышленного освоения и 3) прибрежно-морские акватории, на берегах которых расположены крупные промышленные центры и порты.

В XX веке реки Восточной Азии стали главными источниками поступления в Тихий океан различных веществ антропогенного происхождения. Основной сток с поверхности суши осуществляется с территории бассейнов самых крупных речных систем - Амура, Хуанхэ, Янцзы, Меконга, которые выносят большое количество терригенных, растворенных и органических веществ.

В северо-западной части Тихого океана наиболее крупной речной системой является Амур. Он выносит ежегодно в Охотское и Японское моря  $369.1 \text{ км}^3$  воды (для сравнения: объем воды Азовского моря оценивается в  $300 \text{ км}^3$ ), около 24 млн. тонн взвешенных наносов, 20.2 млн. тонн растворенных веществ и 5.3 млн. тонн органических веществ (Чудаева, 2002). В российской части бассейна Амура формируется более  $260 \text{ км}^3$  стока воды (6.4% от общероссийского). Поступает с территории КНР и МНР около  $105 \text{ км}^3$  - 46.2% всего дополнительного стока на территорию России из сопредельных государств (Водно-экологические ..., 2000).

Природные условия бассейна Амура определяют особенности гидрологического режима реки на различных его участках. В многолетнем режиме водного стока Амура отчетливо выражено чередование периодов пониженной и повышенной водности каждый продолжительностью 10-15 лет (Makhinov, 2005). Последние 12 лет в среднем и нижнем течении реки Амур отмечается пониженная водность. При этом в 2000, 2001, 2003 и 2008 гг. наблюдалась исключительно низкая летняя межень. В результате происходит зарастание кос, осушенных участков проток и днищ озер густой травянистой растительностью на обширных площадях, оцениваемых только в нижнем течении реки величиной около  $1200 \text{ км}^2$ . После поднятия уровня воды в конце лета и осенью в реку с этих участков поступает значительное количество органического материала, достигающего в отдельные годы 1.5-2.0 млн. тонн.

Основная часть водного стока реки Амур формируется в его среднем течении. На этом участке на протяжении около 1000 км в Амур впадают наиболее крупные притоки – реки Зея, Бурей, Сунгари и Уссури, дающие в сумме около 65% амурского стока. Однако по сезонам года этот показатель сильно изменяется. В зимний период сток только трех зарегулированных рек (Сунгари, Зея, Бурей) достигает 90% от стока Амура. Таким образом, зимой в нижнем течении реки качество воды во многом определяется стоком из водохранилищ указанных рек.

Глобальное изменение климата способствует увеличению неравномерности стока воды в Амуре и его крупных притоках. Однако наиболее интенсивное влияние на изменение гидрологического режима рек оказывают ГЭС. В настоящее время в бассейне р. Амур действуют три крупных ГЭС – Зейская, Бурейская и Фыньманская. Общая площадь водосбора, регулируемая ими, составляет около 10%. Под их влиянием водный режим Амура в среднем и нижнем течениях претерпел заметные преобразования, поскольку водохранилища ГЭС изменяют сток рек коренным образом. В результате активизируются процессы размыва берегов, происходит перераспределение стока воды между рукавами, осложняются условия работы городских водозаборов, в частности в городах Хабаровск и Амурск.

Одна из наиболее сложных водохозяйственных проблем региона связана с загрязнением воды реки Амур (Воронов, 2007). Следует отметить, что качество вод Амура в его среднем и нижнем течениях в значительной мере зависит от того, что несут воды реки Сунгари, полностью расположенной в пределах КНР, водосбор которой занимает 29% площади амурского бассейна. В 30 км ниже впадения реки Сунгари в Амуре более 80% соединений азота и 70% фосфатных комплексов имеют сунгарийское происхождение (Шестеркин, 2007). В связи с тем, что в последние 10 лет в летний период на Амуре отмечаются особенно низкие уровни воды, сброс промышленных и коммунальных стоков негативно отражается на состоянии водных ресурсов реки Амур. Только с российской части бассейна в Амур ежегодно сбрасывается около 1 млрд. м<sup>3</sup> сточных вод в год, из них более 400 млн. м<sup>3</sup> загрязненных (недостаточно очищенных), из которых около 15% неочищенных.

В китайской части по различным экспертным оценкам (официальных данных нет) в бассейн Амура сбрасывается от 6.5 до 15 млрд. м<sup>3</sup> сточных вод, из которых более 90% относятся к категории загрязненных (Ганзей, 2008). В результате поступления в Амур сточных вод река сильно загрязнена на всем своем протяжении и оценивается по качеству воды от 3 класса (умеренно загрязненные воды) до 6 (очень грязные воды) из семи классов, принятых в России.

Как было установлено исследованиями ИВЭП ДВО РАН, особенно резкое ухудшение качества воды в реке Амур произошло в последнее двадцатилетие в ее нижнем течении, что обусловлено активизацией хозяйственной деятельности в бассейне и возрастанием трансграничного переноса загрязняющих веществ. В водах реки во все фазы водного режима обнаруживаются высокие концентрации летучих и нелетучих органических соединений, пестицидов, полиароматических углеводородов, тяжелых металлов. По данным многолетних исследований наблюдается накопление токсичных веществ в донных русловых и пойменных отложениях, в водорослях, водной и околоводной растительности, моллюсках и рыбе.

Распашка земель, вырубка леса и усиление водной эрозии обусловили поступление в реки значительного количества взвешенных частиц. В нижнем течении Амура терригенный сток увеличился по сравнению с 60-ми годами XX века на 10-15%. Увеличение терригенного стока повышает неустойчивость русла, активизирует эрозионные процессы. В результате происходит преобразование пойменных экосистем, дробление русла на рукава, формирование обширных отмелей, усиливается неравномерность скорости течения воды и объемов стока. Все это имеет негативные последствия для водных экосистем Приамурья.

Химический сток воды характеризуется сезонным и многолетним непостоянством. Качество воды в реке Амур существенно ухудшается в зимний период в связи с резким уменьшением стока воды. Ежегодно в начале зимы в Амуре на участке ниже устья р. Сунгари отмечается отчетливо выраженный запах воды, который распространяется вниз по реке со скоростью 15-20 км/сутки. Наиболее низкие показатели качества воды достигают в конце зимы. По данным ИВЭП ДВО РАН в этот период ниже впадения реки Сунгари в Амуре отмечаются высокие содержания многих химических веществ. Минерализация увеличивается здесь в 2-3 раза, содержание аммонийного азота возрастает в 2-5 раз, нитритного азота в 5-13 раз, фосфатов в 3-4 раза, растворенного в воде кислорода в 1.5-2 раза по сравнению с амурской водой из вышерасположенного участка реки (Шестеркин, 2007).

В летний период при высоких температурах воды, превышающих 20 градусов в течение длительного времени, усиливается развитие сине-зеленых водорослей, биомасса которых резко увеличивается, ухудшая качество воды. Для реки Амур это особенно актуально в связи с существенным трансграничным микробиологическим, паразитологическим и химическим загрязнением. Бактериологические показатели наиболее чувствительны при определенной степени загрязненности водоема. Известно, что по содержанию сапрофитов загрязнение воды обнаруживается при разбавлении ее в десятки и сотни тысяч раз. Высокая степень антропогенной нагрузки превышает природные возможности биологического самоочищения водных экосистем.

Мутность воды Амура за счет влияния Сунгари летом увеличивается в четыре раза. Шлейф более мутной сунгарийской воды хорошо виден на космических снимках и фиксируется в распределении по ширине реки различных химических веществ. Об этом же свидетельствует, в частности, тщательное изучение содержания тяжелых металлов и других ингредиентов в поперечном сечении р. Амур в 20 км выше г. Хабаровска, проведенное в октябре 2005 г. Институтом водных и экологических проблем ДВО РАН в рамках Программы ДВО РАН «Комплексные экспедиционные исследования природной среды бассейна р. Амур». Анализы, выполненные в лаборатории физико-химических методов ИТиГ ДВО РАН, показывают, что у правого берега р. Амур в районе г. Хабаровск, вдоль которого течет в основном сунгарийской поток, вода содержит на 20-40% больше кобальта, железа, марганца и других металлов, чем у левого.

Существенное загрязнение воды в Амуре, обусловленное стоком из реки Сунгари, было зафиксировано во время паводка в июле 1998 г. При снижении расходов воды в Амуре у Хабаровска ее мутность и минерализация существенно увеличивались, превышая фоновые показатели в 9-10 раз и достигая максимальных величин за весь период наблюдений (Ким, Шамов, 2000).

Ситуация с загрязнением реки Амур продолжает ухудшаться в связи с усилением хозяйственного использования водных, земельных и биологических ресурсов в бассейне Амура на территории России и особенно в Китае, а также участвовавшими в последнее время авариями на химических предприятиях, расположенных в бассейне реки Сунгари (территория КНР).

Техногенные аварии и значительные выбросы загрязняющих веществ в реку Амур происходили в августе 1998 г. во время крупного наводнения на р. Сунгари, в июле 2003 г., когда по Амуру в районе Хабаровска в течение трех дней плыли обширные поля грязной пены, покрывающей почти всю поверхность реки. Залповые поступления в реки различных загрязняющих веществ в результате аварий на промышленных предприятиях, особенно химического профиля случаются практически ежегодно и создают существенную угрозу жизни и здоровью многих миллионов людей.

13 ноября 2005 г. на химическом заводе Цзилиньской нефтехимической компании в г. Цзилинь (Гириин), произошла серия взрывов и возник пожар. В воды р. Сунгари попало более 100 тонн бензола и нитробензола, которые стали быстро распространяться вниз по реке, еще не успевшей к этому времени покрыться льдом. В низовьях Сунгари движение

загрязненных вод замедлилось вследствие уменьшения скоростей течения, вызванного малыми уклонами реки и ледоставом, который в этом году установился позднее обычного – в самом конце ноября. Концентрация нитробензола в воде достигала в районе города Тунцзян (последний китайский город перед впадением Сунгари в Амур) максимальных значений около 0.2 мг/дм<sup>3</sup>.

Вечером 16 декабря передний фронт зоны загрязнения достиг Амура. В 30 км ниже устья Сунгари заранее был организован первый пункт российско-китайского мониторинга (с. Нижнеленинское), где через каждые 3 часа отбирались пробы воды у левого, правого берегов и посередине реки.

Там, где Амур полностью вступает на территорию России, также велись режимные наблюдения за качеством воды в реке. Максимальное содержание нитробензола в воде достигало 0.079 мг/дм<sup>3</sup> у правого берега, 0.065 мг/дм<sup>3</sup> на фарватере и 0.037 мг/дм<sup>3</sup> у левого берега Амура (измерения проводились у с. Нижнеспасское в 220 км ниже места впадения р. Сунгари в Амур).

Полученные в процессе мониторинга данные о прохождении по р. Амур загрязненных вод, поступивших из р. Сунгари, свидетельствуют о сложном характере их распространения по течению реки. Основным маркирующим веществом, определяющим зону аварийного техногенного загрязнения вод Сунгари и Амур, был нитробензол, который в большом количестве попал в реку и при низкой температуре воды в течение длительного времени не подвергался преобразованию в другие производные бензольных соединений.

Компактная в русле реки Амур ниже устья Сунгари зона загрязнения факелообразной формы с максимальными содержаниями нитробензола в головной части, протягивающаяся вдоль правого берега, постепенно распространялась на всю ширину реки по мере продвижения вниз по течению. Лишь примерно в 100 км ниже Хабаровска (370 км ниже устья Сунгари) произошло полное перемешивание сунгарийских и амурских вод с близкими концентрациями загрязняющих веществ по всей ширине реки от одного берега к другому.

В изменении максимальных концентраций нитробензола по длине р. Амур выделяется два участка – верхний протяженностью около 350 км и нижний, прослеженный на 700 км. На верхнем участке происходило быстрое снижение содержаний нитробензола в результате разбавления сунгарийского и амурского потоков. Так, от с. Нижнеленинское (30 км ниже устья Сунгари) до г. Хабаровска содержание его уменьшилось от 0.209 до 0.076 мг/дм<sup>3</sup>. На нижнем отрезке концентрации нитробензола уменьшались значительно медленнее в основном за счет включения его в лёд и донные отложения, а также крайне слабых химических преобразований в другие бензольные соединения.

Полученные в ходе мониторинга результаты позволили оценить общее количество нитробензола, переносимого рекой на различных ее участках. Так, например, у г. Хабаровск в первые сутки прошло около 8.5 тонн нитробензола и приблизительно 30 тонн за весь период его движения по реке. Следовательно, основная масса нитробензола и сопутствующих химических веществ временно отложилась на вышележащем участке Амура и в Сунгари, рассредоточившихся на большом пространстве.

Большую роль в уменьшении концентраций нитробензола во время техногенной аварии оказали попуски воды из китайских водохранилищ. Эти приемы использовались, в частности, в период угрозы экологического загрязнения реки Амур после аварии на реке Сунгари в ноябре 2005 г. и показали свою высокую эффективность. Они увеличили расход Сунгари в 4 раза. В результате уровень воды в Амуре поднялся более чем на 1.0 м (по Хабаровску 1.3 м). Сброс был осуществлен таким образом, чтобы наиболее загрязненные воды прошли на его пике. Без него пятно двигалось бы медленнее, а концентрации были бы более высокими. Таким образом, в бассейне Амура имеется возможность с высокой эффективностью оперативно управлять водными ресурсами с целью смягчения неблагоприятных последствий чрезвычайных экологических ситуаций.

Крупные российские водохранилища расположены слишком далеко от нижнего течения р. Амур, наиболее уязвимого участка реки. Однако их, а особенно Бурейское водохранилище, можно использовать для экологических попусков в случае необходимости.

Высокую эффективность показали гидротехнические сооружения в русле Амура. Строительство переливных дамб в истоках проток Пемзенской и Бешеной благоприятно сказалось на качестве воды в районе головного водозабора г. Хабаровска, поскольку менее загрязненные воды вдоль левого берега р. Амур были направлены в главное русло Амура, оттеснив загрязненные воды от расположенного у левого берега водозабора. Положительную роль сыграло возведение временной дамбы в протоке Казакевичевой (Амурской), преградившей сток загрязненных вод к южной части города Хабаровска, для водоснабжения которой используется вода из Амурской протоки.

В марте 2006 г. на основе соглашения между правительствами Хабаровского края и провинции Хэйлунцзян проводился совместный российско-китайский экстренный мониторинг состояния экосистемы р. Амур. Его целью была оценка последствий трансграничного загрязнения реки Амур, вызванного аварией на химическом предприятии в г. Цзилинь осенью 2005 г. В реках Сунгари (гг. Харбин, Цзямусы и Тунцзян) и Амур (с. Нижнеленинское, гг. Фуюань, Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре) в марте были отобраны пробы воды, керны льда и образцы донных отложений.

Исследования, проведенные в лабораториях Хабаровска, Обнинска и Уфы, показали постоянное присутствие в воде, льду и донных отложениях различных летучих органических веществ – бензола, толуола, этилбензола, ксилола, а также хлороформа, тетрахлорметана и различных хлорбензолов. Среди тяжелых металлов повышенное содержание в воде отмечалось для меди, ртути, никеля, цинка, свинца и кадмия. Концентрации обычно не превышали ПДК, но, учитывая большие расходы воды Амура, объем стока загрязняющих веществ в количественных показателях характеризовался значительными величинами. В воде реки Амур ниже впадения Сунгари выявлены органические соединения, среди которых особую опасность представляют фталаты, бифенилы, атразин, бензо(в)флуорантен, производные циклогексана и другие хлорорганические соединения.

Исследования, выполненные ИВЭП ДВО РАН и ИБМ ДВО РАН в 2007 г. по программе ДВО РАН «Комплексные экспедиционные исследования природной среды в бассейне р. Амур», показали достаточно быстрое восстановление качества воды в реке Амур после техногенной аварии в Китае. Вместе с тем, был подтвержден общий высокий уровень содержания различных загрязняющих веществ в воде и донных отложениях в низовьях реки и Амурском лимане.

В результате масштабных сбросов неочищенных бытовых стоков в водах Амура содержится большое количество различных бактерий и вирусов, в том числе и болезнетворных. На протяжении последних пяти лет Хабаровская краевая санитарно-эпидемиологическая станция обнаруживает в пробах воды в окрестностях Хабаровска возбудителей холеры и кишечных заболеваний, антигены вирусного гепатита А. Уровни заболеваемости дизентерией и гепатитом А у населения Приамурья, около 70% которого обеспечивается амурской водой, в два раза превышают среднероссийские показатели.

Трансграничное воздействие на количественные и качественные показатели воды в реке Амур на территории Российской Федерации трудно оценить, используя лишь данные мониторинга российской стороны. Существующий в настоящее время российско-китайский мониторинг вод на пограничных реках недостаточно эффективен вследствие его направленности на получение фоновых характеристик. Необходима разработка нового межгосударственного договора об организации оперативного комплексного мониторинга трансграничных рек по широкому спектру гидрологических и гидрохимических показателей.

Ухудшение качества водных ресурсов отмечается в районах деятельности горнодобывающих предприятий, расположенных преимущественно в северных районах региона (Шевцов и др., 1998). Особенно существенную негативную роль в формировании качества воды играют крупные длительно действующие горно-обогатительные комбинаты. В Хабаровском крае это прежде всего Многовершинный, Рябиновый, Тас-Юрях, Солнечный и другие ГОКи. В их окрестностях в поверхностных водах отмечаются высокие содержания взвешенных веществ, хлоридов, сульфатов, нитритов, аммония, тяжелых металлов (табл. 1).

**Таблица 1.** Изменение химического состава воды р. Тарынг-Лата под влиянием ГОКа на севере Хабаровского края (август 2005 г.), в мг/дм<sup>3</sup>

Местоположение	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	CL <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Pb	Cu	Ni	Zn
Выше ГОКа	0.72	0.71	0.62	0.73	0.013	0.030	0.004	0.004
В районе ГОКа	0.61	2.13	0.67	1.20	0.016	0.002	0.003	0.004
Ниже ГОКа	1.54	20.56	10.82	4.24	0.006	0.011	0.001	0.004
Хвостохранилище	5.10	347.41	165.10	18.04	0.023	2.00	0.010	0.209
Оборуд. дренаж	12.60	171.93	54.58	30.98	0.008	0.012	0.003	0.005
Отводная канава	1.05	2.13	4.50	1.43	0.009	0.019	0.004	0.004
Карьерные воды	9.55	12.05	80.15	50.26	0.008	0.002	0.003	0.004

Большое влияние на мутность воды оказывают физико-географические условия и, прежде всего интенсивность процессов химического выветривания, в результате которого происходит образование наиболее мелких по размеру частиц. Данные многочисленных измерений мутности воды в водотоках, на которых ведутся разработки россыпных месторождений, показывают, что в северном Приохотье содержание взвешенных веществ составляет 600-1200 мг/л. В южных районах Дальнего Востока в условиях более влажного и теплого климата этот показатель превышает 4000 мг/л при близких морфологических характеристиках водотоков. Эти естественные различия в формировании терригенного стока при горнопромышленном освоении территории необходимо учитывать при планировании и осуществлении мероприятий по защите поверхностных вод от загрязнения воды взвешенными веществами.

В северных районах территории мала эффективность прудов-отстойников вследствие высоких показателей фильтрационных свойств отложений ложа и дамб прудов-отстойников. Наличие мощного слоя многолетнемерзлых пород и почти полное отсутствие таликов в верхних звеньях речной сети обуславливают практически весь объем стока загрязненных вод в поверхностные водотоки. Подмерзлотные подземные воды в этих условиях остаются достаточно надежно защищенными от загрязнения.

В южных районах рассматриваемой территории имеется возможность создания дамб и прудов-отстойников с более высокими экранирующими свойствами, что ослабляет фильтрацию загрязненных вод, но не препятствует их частично поступлению в глубокие горизонты. Кроме того, важным фактором распространения загрязнений в речных системах является большое количество летних атмосферных осадков и ливневый характер их выпадения. Они вызывают переполнение прудов, прорывы дамб, активизацию русловых деформаций, что в конечном счете приводит к залповым выбросам загрязнений в реки.

Районы разработок месторождений, помимо их существенного ландшафтного преобразования, являются источниками загрязнения поверхностных вод (Махинов и др., 2007; Шестеркин, 1994). Исследования, проведенные в 1995-2008 гг. в северных районах Хабаровского края, позволили оценить степень собственно горнопромышленного воздействия на водные ресурсы территорий, не подверженных другим видам деятельности.

Мутность воды в водотоках, расположенных в зоне деятельности горных предприятий, возрастает в десятки и сотни раз. Так, например, в период таяния снега

мутность воды в водотоках после завершения разработок россыпных месторождений при небольших подъемах уровня воды составляет 400-500 мг/л. При освоении рудных месторождений поступление взвешенных веществ в реки существенно сокращается.

Установлены высокие содержания сульфатов, фосфатов, аммония и некоторых металлов (цинк, медь, железо) в хвостохранилищах золотоизвлекательных фабрик. В верхних отстойниках отмечается также повышенные концентрации цианидов. Аналогичные характеристики, но с несколько меньшими показателями выявлены в водотоках, стекающих от подножий верхних отстойников. Все это свидетельствует о дренаже хвостохранилищ и смыве загрязняющих веществ с водосборов, подверженных хозяйственной деятельности. В условиях широкого распространения многолетнемерзлых пород и вследствие их слабых фильтрационных свойств загрязняющие вещества в конечном итоге поступают в речную сеть.

Изменение качества воды в водотоках горнодобывающих районов отмечается в течение нескольких лет после завершения деятельности предприятия даже в условиях слабой и небольшой по площади нарушенности территории (табл. 2). Источниками поступления загрязняющих веществ в поверхностные водотоки могут являться химические вещества брошенных реагентов на промплощадках при смыве во время дождей, а также не утилизированные отходы при переработке древесины или других материалов, сопровождающих производственную деятельность.

**Таблица 2.** Показатели качества воды в ручьях в период до начала (1995 г.) и после завершения работ (2006 г.) в окрестностях одного из ГОКов на севере Хабаровского края

№ п/п	Показатель качества воды	Ручей Беспрозванный		Ручей Дугуян	
		1995	2006	1995	2006
	мг/дм <sup>3</sup>				
1.	Взвешенные вещества	418.0	Менее 3	384.0	6.0
2.	рН	6.87	7.17	7.40	7.41
3.	Кальций	6.0	21.64	10.0	32.87
4.	Магний	1.21	11.43	8.4	18.24
5.	Железо общее	2.0	0.05	5.2	0.08
6.	Гидрокарбонаты	24.4	106.2	48.8	184.3
7.	Сульфаты	31.2	17.0	40.9	Менее 10

Таким образом, воздействие нарушенности природной среды при разработке месторождений на химический состав воды проявляется локально в основном в верхних звеньях речной сети и практически не отражается на качестве воды достаточно больших водотоков после завершения деятельности горнодобывающих предприятий. Однако мониторинг состояния качества поверхностных вод необходимо проводить также после окончания работ по добыче полезных ископаемых.

С каждым годом в дальневосточном регионе все более острой становится проблема загрязнения морских акваторий, которой в настоящее время уделяется неоправданно мало внимания. Однако эпизодическими исследованиями установлено прогрессирующее загрязнение морских акваторий в районах деятельности крупных портов и населенных пунктов, расположенных на берегах морей. Основными источниками загрязнения прибрежно-морских акваторий являются деятельность морских портов, сбросы промышленных и коммунальных стоков, речной сток, ливневой смыв с городских и обезлесенных территорий, поступление в прибрежную зону бытового мусора и промышленных отходов, включая брошенные морские суда.

Особенно сильное влияние хозяйственной деятельности сказывается в прибрежных водах Японского моря. На его берегах в Приморском крае расположены крупные порты Восточный, Находка, Владивосток, Посыет, в Хабаровском крае - Ванино, Де-Кастри, Советская Гавань и Лазарев. В пределах их акваторий установлено существенное

загрязнение морских вод за счет антропогенного воздействия. В частности, в бухте Ванина выявлено превышение ПДК в несколько раз по таким показателям как взвешенные вещества, нефтепродукты, аммоний, нитраты, железо (Махинов, Шевцов, 2004). Отмечены повышенные по сравнению с фоновыми содержания в воде различных других веществ антропогенного происхождения. Обнаружены высокие содержания нефтепродуктов, тяжелых металлов и органических веществ в морских донных отложениях в пределах акватории портов.

Происходит загрязнение морской акватории на ее прилегающей к устью Амура части, обусловленное стоком реки Амур. Экологическое состояние прилегающих к устью Амура акваторий Охотского и Японского морей в настоящее время изучено весьма слабо. Активная хозяйственная деятельность в этом районе продолжается всего лишь 150 лет, однако имеется много свидетельств о регулярном обострении ряда экологических проблем в Амурском лимане и Сахалинском заливе.

Около 70 % водного стока суши в Охотское море приходится на Амур. Увеличившиеся за последние десятилетия поступления в море терригенного и растворенного стоков являются существенным фактором загрязнения юго-западной части Охотского моря и Татарского пролива. В условиях продолжающегося активного поступления в Амур разнообразных химических веществ антропогенного происхождения вследствие хозяйственной деятельности в бассейне следует ожидать распространения их на более значительные по площади акватории морей. Загрязнение приморских территорий и прилегающих морских акваторий происходит также в результате разработки нефтяных и газовых месторождений на Северном Сахалине. Для устьевой части Амура этот фактор имеет второстепенное значение, поскольку морские течения направлены вдоль восточного побережья Сахалина на юг.

По данным многолетних наблюдений Дальневосточного управления по гидрометеорологии и контролю окружающей среды за период с 1981 по 2003 годы была проведена количественная оценка выноса рекой Амур в морскую акваторию нитритного, нитратного азота и фосфатов по средним годовым концентрациям указанных веществ.

Среднее содержание нитритного азота в воде р. Амур за многолетний период составляет  $0.016 \text{ мг/дм}^3$ . С учетом среднего годового стока воды, равного  $369.1 \text{ км}^3$ , ежегодный сток нитритного азота из Амура в море составляет около 5 900 тонн.

Нитратный азот содержится в амурской воде в количестве  $0.110 \text{ мг/дм}^3$ . Его вынос Амуром в прилегающие морские акватории составляет в среднем около 41 000 тонн в год ежегодно.

Среднемноголетнее содержание фосфатов в воде р. Амур составляет  $0.050 \text{ мг/дм}^3$ . Соответственно, годовой сток этого вещества, выносимого из бассейна р. Амур в море, оценивается величиной около 18 500 тонн.

Негативное влияние на состояние прибрежных вод Охотского моря оказывает также деятельность горнодобывающих предприятий, расположенных преимущественно на его западном и юго-западном побережьях. Основными загрязняющими веществами являются взвешенные наносы, поступающие в море при разработке россыпных месторождений. В связи с развитием горных работ в регионе и планируемым переходом на разработку коренных месторождений увеличивается риск загрязнения морских акваторий тяжелыми металлами и химическими соединениями, используемыми в современных технологиях переработки руд.

Таким образом, имеющиеся в настоящее время данные о состоянии водных ресурсов несомненно будут служить важной информационной основой для научного обоснования методов обеспечения устойчивого и безопасного функционирования водохозяйственного комплекса Дальнего Востока. Основные мероприятия на ближайшую перспективу, необходимые для сохранения качества поверхностных вод региона как главного фактора его устойчивого развития, связаны с решением следующих задач:

- комплексная оценка глобальных изменений климата и многофакторного антропогенного воздействия на многолетние и сезонные изменения условий формирования и качества водных ресурсов Дальнего Востока,
- оценка динамики трансграничного загрязнения воды, донных отложений и биологических объектов рек Амур, Уссури, Раздольная на пограничных участках и в нижних течениях в пределах территории России,
- оценка последствий техногенной аварии в г. Цзилинь (КНР) в 2005 г. на загрязнение воды, донных отложений и гидробионтов реки Амур,
- изучение изменений внутригодового стока рек Амур, Зея и Бурея в результате строительства крупных гидроэлектростанций в бассейне Амура,
- исследование русловых деформаций и процессов перераспределения стока на многорукавных участках рек, динамики терригенного стока и условий седиментации наносов в русле, эстуарии и лимане Амура и других крупных рек региона,
- изучение условий формирования и масштабов локальных наводнений в реках муссонных областей Дальнего Востока,
- изучение процессов загрязнения вод и донных отложений в пределах прибрежно-морских акваторий Охотского и Японского морей,
- выполнение комплекса работ по созданию эффективного комплексного российско-китайского мониторинга пограничных рек.

### Список литературы

- Водно-экологические проблемы бассейна реки Амур. Владивосток: ДВО РАН, 2003. 187 с.
- Воронов Б.А.* Состояние экосистем бассейна реки Амур // Водные ресурсы суши в условиях изменяющегося климата. СПб.: Наука, 2007. С. 174-181.
- Ганзей С.С.* Состояние природной среды в российской части бассейна р. Амур в пределах Дальневосточного Федерального округа // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути их решения. Хабаровск: ДВО РАН, 2008. С. 36-40.
- Ким В.И., Шамов В.В.* Характеристика твердого стока Среднего Амура. // Геохимические и эколого-биогеохимические исследования в Приамурье. Вып. 10. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 186-191.
- Махинов А.Н., Махинова А.Ф., Шевцов М.Н.* Состояние водных ресурсов в районах деятельности золотодобывающих предприятий Приохотья // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 0В15. С.277-287.
- Махинов А.Н., Шевцов М.Н.* Оценка состояния качества воды прибрежной акватории Татарского пролива (Японское море) // Шестой международный конгресс «Вода: экология и технология», Москва, ЭКВАТЭК-2004. Мат-лы конгресса. Ч. 1. М., 2004. С. 105-106.
- Чудаева В.А.* Миграция химических элементов в водах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2002. 392 с.
- Шевцов М.Н., Караванов К.П., Махинов А.Н. и др.* Водные ресурсы горнорудных районов и их преобразование (юг Дальнего Востока). Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1998. 159с.
- Шестеркин В.П.* Влияние добычи и переработки рудного золота на качество речных вод Приамурья. // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 1994. С. 98-105.
- Шестеркин В.П.* Зимний гидрохимический режим Амура // Вестник ДВО РАН. 2007. № 4. С. 35-43.
- Makhinov A.N.* Amur terrigene and chemical discharge formation // Report on Amur-Okhotsk Project. Proceedings of the International Kyoto symposium 2005. Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan. 2005. P. 61-65.