

Участники проекта

А.Г. Георгиади (руководитель), С.В. Долгов, С.И. Шапоренко, А.А. Медведев, В. Н. Лунин, С.Н. Шашков (ООО «Вед»), Ю.С. Даценко (геофак МГУ)

По договорам

В.В. Кузовлев (УГМС г. Тверь), В.О. Швыдкой (ИБХФ РАН), Е.П. Матафонов и Ю. Алентьев (ООО «НИЦ МПС»), А. В. Гончаров (геофак МГУ)

Краткая информация о выполненных работах и полученных результатах в 2020 г.

Оценки современного экологического состояния водных объектов региона разного пространственного масштаба в рамках проекта выполняются на основе отдельных критериев и их комплексов, характеризующих уровень экономического развития, включая отраслевую структуру хозяйства и водохозяйственного комплекса и антропогенную нагрузку на водные ресурсы (характеристики водопотребления и сброса сточных вод и загрязняющих веществ от сосредоточенных и диффузных источников), учитывая экологический и свободный сток; оценки качества вод на основе предельно-допустимых концентраций, комплексных показателей качества воды и гидробиологических показателей с учетом условно-природных фоновых показателей, а также способности природных вод к самоочищению при разном уровне их антропогенного загрязнения.

В комплексе перечисленных выше критериев оценки экологического состояния рек и водоемов важное место занимает учет экологического и свободного стока, а также их расчет не только для средней водности, но также и для экстремально маловодных условий. Некоторые из них (например, водно-экологическая напряженность) основаны на учете о свободном стоке. Под свободным стоком (допустимыми изъятиями), следовательно, понимается сток, который можно использовать для различных хозяйственных нужд без большого вреда для водных экосистем. Под экологическим стоком понимается минимальный экологически допустимый объем речного стока, необходимый водным экосистемам для сохранения состояния устойчивого функционирования.

1. На основе справочных изданий и официальных интернет-архивов для основных рек региона исследований и их притоков, а также для административных регионов подготовлены компьютерные архивы массивов многолетних данных о расходах воды; среднегодовых и среднемесячных концентрациях химических веществ по стандартным наблюдениям ГСН; объемах сброса сточных вод разных категорий и загрязняющих веществ; данные (1990 - 2019 гг.) о структуре землепользования и посевной площади, внесению удобрений и урожайности зерновых культур в Курской области и др.

2. Разработана структура геоинформационной системы региона исследований. ГИС структурирована по основным объектам исследований: весь регион в целом; основные, модельные речные бассейны; природно-фоновые территории и административные регионы (Федеральные округа, субъекты РФ и административные районы). Каждый из объектов включает в себя геоинформационные слои: 1) физико-географических компонентов; климатических и гидрологических характеристик; 2) различных видов антропогенной нагрузки на водосборах и в руслах рек; 3) характеристик гидрологического состояния и его изменений. Базовое информационное обеспечение ГИС включает в себя

пространственные данные разного масштаба, цифровые модели рельефа, данные дистанционного зондирования; массивы многолетних данных; сеть наблюдений.

Подготовлен большой набор геоинформационных слоев для всего региона исследований и для бассейна р. Москва (одного из модельных речных бассейнов).

3. Анализ многолетних изменений гидроэкологических характеристик и обуславливающих их климатических и антропогенных факторов. Длительные периоды повышенного/пониженного годового и сезонного стока рек бассейна Дона в XIX–XXI вв. На основе разностно-интегральных кривых выявлены долговременные фазы повышенного/пониженного годового и сезонного стока Дона и его основных притоков за 1870–2010-е гг. (в границах региона исследований). Продолжительность фаз варьирует от 10 лет до многих десятилетий (для стока меженных сезонов Дона в створах Лиски и Казанская). Выявленные контрастные фазы характеризуются статистически значимой разницей сезонного стока, а на большинстве рек – и годового стока. Она составляет от 10 до >100%. Начиная с 1970-1980-х годов наблюдается длительный период пониженного стока половодья и годового стока, тогда как сток меженных сезонов характеризуется повышенным стоком. Эти длительные фазы годового и сезонного стока на реках бассейна р. Дон (и аналогичные фазы на реках бассейнов Волги и Днепра) совпали с длительным периодом значительных изменений антропогенных воздействий на водные ресурсы. Одна из характерных особенностей этого периода состоит в резком снижении антропогенной нагрузки на водные объекты региона, начиная с 1990-х гг. и ее стабилизацией с конца 1990-х гг. и увеличение отдельных ее видов (особенно в результате развития сельского хозяйства и развития урбанизированных территорий с начала 2000-х гг.). Эти два фактора сыграли определяющую роль в произошедших изменениях экологического состояния водных ресурсов.

Изменения гидроэкологических характеристик и обуславливающих их климатических и антропогенных факторов на примере бассейна р. Кудьма.

На основе данных Росгидромета на примере бассейна р. Кудьмы определены основные составляющие воднобиогенного баланса речных водосборов в северной части лесостепной зоны в бассейне Волги, оценен вклад поверхностной и подземной составляющих стока в диффузный вынос минерального азота и фосфора. Дана оценка соотношению природных и антропогенных факторов в поступлении биогенных веществ на водосбор р. Кудьмы. Установлено, что к числу наиболее важных природных факторов относится опад лесной растительности, а антропогенных – отходы животноводства. Заметную роль в балансе азота на водосборе Кудьмы играют атмосферные осадки. Показано, что преобладает диффузный вынос биогенных веществ с поверхностным и подземным стоком. Установлено, что за счет изменившихся гидроклиматических условий, приведших к уменьшению поверхностного стока и значительному увеличению подземного стока, вынос с водосборной площади азота и фосфора в последние годы существенно вырос.

Влияние современных изменений климата на составляющие водного и воднобиогенного баланса на территории Курской области.

Оценка годового воднобиогенного баланса в лесостепной зоне в бассейне Днепра и Дона на территории Курской области, сложившегося в последнее десятилетие показала, что доля природных факторов в приходной его части значительно меньше доли антропогенных факторов. Преобладает диффузный вынос биогенных веществ с речных водосборов над их выносом со сточными водами. Доля поступления азота со сточными

водами в его выносе с суммарным стоком составляет лишь 7 %, еще меньше фосфора – 3%. Потепление климата привело к кардинальным изменениям в формировании водного и тесно с ним связанного воднобиогенного баланса. Они не имеют аналогов за весь период инструментальных наблюдений. Значительно снизилась роль поверхностного склонового стока и возросла роль инфильтрации и подземного стока в миграцию с водосборов биогенных и других химических веществ. Доля подземной составляющей стока в суммарном годовом выносе азота стала преобладать над поверхностной составляющей. Она достигла 60%. Достаточно высока она и в отношении фосфора – 50%.

Влияние Иваньковского водохранилища на качество воды Волги.

По результатам выполненного анализа многолетних наблюдений проведена оценка влияния водохранилища на изменение качества воды и стока химических веществ. Установленные зависимости показывают, что изменение интенсивности водообмена водохранилища в годы с различной водностью оказывает доминирующее влияние на трансформацию химического стока Волги и Тверцы.

Водохозяйственная нагрузка как фактор формирования качества вод рек.

Исследована многолетняя с 1993 г. изменчивость водохозяйственной нагрузки на речной сток Оки, Москвы, Клязьмы и Днепра до створа г. Смоленска в сопоставлении с ее изменчивостью вдоль русел Волги и Дона с использованием предложенного комплексного безразмерного показателя. Проведено сопоставление средних значений годовых водохозяйственных параметров за весь период 1993-2018 и последний период с 2012 по 2018 гг. Если рассматривать весь период времени, то р. Клязьма испытывала самую высокую нагрузку, потом р. Москва и Ока. Но в последний период произошло резкое снижение нагрузки на сток Клязьмы за счет увеличения доли очищенных сточных вод и р. Днепра за счет снижения водозабора. При этом в два раза возросла нагрузка на сток Оки. В настоящее время Москва является самой депрессивной рекой региона за счет самого высокого коэффициента использования (0,22 %) и сбросов загрязненных сточных вод (0,30 %). Верхнее течение Волги испытывает наиболее низкую нагрузку по сравнению с другими реками, при этом по величине комплексного показателя она примерно одинакова с р. Доном. В среднем по водосбору Волги в последний период произошло сокращение водохозяйственной нагрузки на 15-20 %, кроме створов Чебоксарского гидроузла и Жигулевской ГЭС.

4. На данном этапе работ по проекту основное внимание было уделено оценке экологического состояния рек в период летне-осенней межени. Установлено, что современная гидроэкологическая ситуация мало чем отличается в маловодных верхних и в связанных с ними многоводных нижних звеньях речной сети. Для большинства обследованных участков малых и средних рек наблюдается биогенное загрязнение, приводящее к ускоренному развитию эвтрофикации и ухудшению качества воды. Наиболее часто в речных водах встречалось превышение ПДК аммонийным азотом (в 43% отобранных проб) и фосфатами (48%). В основном биогенные вещества в летне-осеннюю межень мигрируют в реки с подземным стоком. В дренируемых реками грунтовых водах наиболее часто наблюдалось превышение ПДК нитратами (в 46% отобранных проб).

Из результатов экспедиционных работ следует, что во время прохождения экстремальных дождевых паводков в бассейне р. Москва возможно ухудшение состояния речных вод и превышение ПДК в речной воде тяжелыми металлами (алюминием, марганцем, железом, медью).

Установлено, что в лесостепной зоне в бассейнах Днепра, Дона и Волги преобладает диффузный (рассредоточенный по территории речных водосборов) вынос биогенных веществ с речных водосборов над их миграцией со сточными водами. Негативное влияние сточных вод на экологическое состояние речных вод весьма существенно на локальных участках рек в крупных населенных пунктах и в нескольких километрах ниже по течению.

В последние десятилетия (с конца 1970-х – начала 1980-х гг.) вследствие потепления климата наблюдаются кардинальные изменения в формировании водного и тесно с ним связанного воднобиогенного баланса речных бассейнов в лесостепной зоне. Они не имеют аналогов за весь период инструментальных наблюдений. Особенно это касается значительно возросшей роли стока инфильтрационного происхождения (стока верховодки и подземного стока) в миграции биогенных веществ на фоне резкого сокращения роли поверхностного склонового стока. Доля подземной составляющей стока в суммарном годовом выносе биогенов стала преобладать над поверхностной составляющей. Особенно значительно возрос вынос биогенов с речных водосборов с подземной составляющей стока в маловодный период года.

5. Исследование выполнено на основе архива данных гидрохимических показателей, подготовленного участниками данного проекта по результатам маршрутной экспедиции, проведенной ими в августе 2019 г. в бассейне Верхнего и Среднего Дона и его основных притоков, в верхней части акватории Цимлянского водохранилища и Волго-Донском канале. Архив включает в себя данные о 90 гидрохимических показателях для 23 створов и содержит 2000 элементо-определений. Кроме концентраций главных ионов и биогенных элементов было оценено валовое содержание более 60 металлов. Концентрации 33 из них не превышали ошибки методов их лабораторного определения, для большинства других были существенно ниже ПДК. Содержание алюминия, ванадия, марганца, железа, молибдена и стронция превышало ПДК (для вод рыбохозяйственного значения) в большинстве обследованных створов на Дону и его притоках, а также в Цимлянском водохранилище и Волго-Донском канале. Концентрации сульфатов превышали ПДК в 1,5-2 раза (в притоках Дона (рр. Битюг, Хопер, Медведица, Иловля), а среди биогенов только концентрации фосфора фосфатов превышали ПДК в тех же притоках Дона и в среднем течении Дона (максимально более чем в два раза). Концентрации сульфатов и натрия значительно превышали ПДК только в канале.

6. Организованы и начаты регулярные наблюдения за гидрохимическим режимом в бассейнах рр. Волга-Тверь, Москва-Можайск и Сейм-Курск. Основная цель режимных наблюдений состоит в выявлении изменчивости качества речных вод в условно-естественном состоянии и под влиянием водохозяйственной деятельности на городских территориях в основные фазы гидрологического режима с учетом возможной трансформации под влиянием Иваньковского водохранилища.

Подготовлен электронный архив полученных данных о гидрохимических показателях.