

Сведения о выполненных работах в 2020 году
по проекту **«Механизмы формирования гидрохимического стока Оби:
регулирующая роль поймы»**, поддержанному Российским научным фондом
Соглашение № 18-17-00237

Руководитель Воробьев Сергей Николаевич, канд. биол. наук

В процессе выполнения проекта в 2020 году была проведена экстраполяция полученных результатов 2018-2020 годов на территорию района исследований бассейна Оби и ее поймы на основе ландшафтно-геохимической цифровой картографической модели представленной в системе GIS-Ob.

Систематизированы и обобщены данные наблюдений за температурой, прозрачностью, рН, электропроводностью, растворенным кислородом в динамике в основные фазы водного режима за период в 2018-2020 гг. Электропроводность почти не меняется в разные сезоны. Концентрации растворенного кислорода и диоксида углерода существенно меняются в разные сезоны: весной вода пойменных озер интенсивно разбавляется талой снеговой водой, а также активно насыщается кислородом из атмосферы. Летом активны процессы фотосинтеза. Осенью, когда водные организмы отмирают или снижают активность, уровень фотосинтеза может быть по-прежнему высоким, и концентрации растворенного O_2 растут при низком содержании растворенного CO_2 . С началом ледостава начинается накопление растворенного CO_2 в воде. Потребление кислорода водными организмами продолжается, однако из-за отсутствия процесса фотосинтеза и притока из атмосферы, концентрации растворенного O_2 снижаются в течение зимы и могут достигать нуля в конце ледостава. Концентрации растворенного CO_2 за аналогичный период достигают годового максимума. Весной концентрации CO_2 резко снижаются. Во все сезоны водная среда слабощелочная, зимой некоторые значения рН равны и ниже 7. Наиболее высокие значения рН зафиксированы в летнее и осеннее время. Показатели прозрачности в течение сезона в реках также существенно не различаются и не имеют какой-либо закономерности в зависимости от гидрологического сезона.

Систематизированы и обобщены данные об интенсивности потоков CO_2 и метана камерным методом в разных водных объектах в основные фазы водного режима 2018-2020 гг. Анализ данных показал неожиданно низкую эмиссию С с тенденцией снижения С в начале паводка, в то время как русло, в то же время, было более сильным источником С в атмосферу. В начале паводка предполагалось, что влияние русла на пойму будет наиболее сильным, когда обмен водой между руслом и поймой будет наибольшим и это должно привести к более высоким притокам С из стоячих вод пойменной поймы. Однако такая тенденция не наблюдается. Это свидетельствует о сильном эффекте разбавления при больших поступлениях воды, достигающей поймы, а также дополнительных поступлениях талой воды из окружающего ландшафта. После окончания паводка и с наступлением летних базисных условий роль поймы становится более важной при более высоких концентрациях DOC и DIC, а также более высоких скоростях потоков. С наступлением летних условий роль

поймы становится более важной при более высоких концентрациях DOC и DIC, а также в целом более высоких скоростях потоков C. Повышение температуры (вода: 20 ± 2 °C, воздух: 24 ± 2 °C) приводит к усилению процессов деструкции в реке и в затопленных почвах и способствует увеличению эмиссии CO₂ с поверхности воды в атмосферу. Дополнительно проведено картирование потоков FCO₂ в пойме р. Оби в период паводка 2020 года. Несмотря на кратковременность соединения поймы с основным руслом реки, пойма является мощным источником C в атмосферу, величина которого изменяется в зависимости от сезона.

Снегомерная съемка и отбор образцов для анализа изотопного состава снежного покрова в 2020 году производился так же, как и в предыдущие годы в первой декаде марта. После проведения снегомерной съемки произведен расчет гидрологических характеристик: поверхностный модуль стока; слой стока, объем стока. Экстраполяция результатов снегомерной съемки 2018–2020 гг. на исследуемую территорию проведена на основе обобщенной ландшафтно-геохимической цифровой картографической модели.

Проведена систематизация и обобщение результатов химико-аналитических исследований проб отобранных в 2018-2020 годах. Основной задачей систематизации данных была привязка полученных данных к картографическому материалу, с целью их экстраполяции на площадные объекты.

Обобщены все гидрометрические данные (гидрологический режим и водный баланс водотоков, болот и озер), построена гидрологическая балансовая модель для водоразделов и поймы Средней Оби.

Выявлены идентификационные признаки стоков с различных водосборов рек и пойменных водоемов. В качестве индикационных признаков для разных целей могут использоваться отношения DIC/Na, DIC/Al, DIC/Si, DIC/U. Для идентификации водных объектов наиболее надежными показателями являются отношение DIC/U, вторым по значимости является DIC/Si. Отношение DIC/U позволило с большой долей надежности (0.95) разделять пойменные водные объекты и притоки р. Оби от основного русла Оби.

Проведена оценка пространственно-временного варьирования изотопного состава и органического вещества речных вод под действием пойменных процессов. При исследовании динамики изотопного состава осадков установлено, что наименьшие концентрации $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ характерны для зимних осадков, а наибольшие – для зимних. Выявлен значительный диапазон вариаций изотопного состава воды в пойменных водоемах и водотоках. Речные воды имеют более легкий изотопный состав по сравнению с водами озер. Воды притоков Оби легче, чем воды основного русла. Изотопный состав так же является идентификационным признаком притоков р. Оби.

Создана модель вклада поймы в общий экспорт органического углерода в русло р. Оби. Модель построена по балансу количества поступившей воды из русла Оби с известным содержанием органического углерода, химических элементов и площади затопления разных ландшафтов поймы паводковыми водами, времени пребывания

паводковых вод на территории разных ландшафтов поймы с учетом поступивших атмосферных осадков, испарения с затопленной территории и количеству вышедших паводковых вод с поймы в основное русло р. Оби. Важным элементом модели является время пребывания паводковых вод на территории поймы. В этот момент происходит насыщение паводковых вод органическим веществом и растворенным углеродом и отмечаются мощные потоки CO_2 на затопленной пойме в атмосферу. Полученные данные позволяют дифференцированно рассчитать потоки для каждого ландшафта поймы, а также рассчитать количество воды, вышедшее из этих ландшафтов в русло Оби. Модель позволяет прогнозировать потоки при разных уровнях затопления поймы и проводить их ретроспективный анализ.

Предложена идентификационная модель, основанная на данных о составе и структуре органического вещества. Она предназначена для уточнения миграции паводковых вод на территории поймы в период максимального паводка и гидравлической связи ландшафтов в период затопления. Модель позволила выделить основные транзитные потоки паводковых вод на территории поймы с малым временем пребывания воды в ландшафтах. На этих участках поймы происходит наименьшее накопление растворенного углерода в воде и отмечаются меньшие потоки CO_2 в атмосферу. Эта модель позволяет приблизиться к пониманию гидравлического взаимодействия ландшафтов поймы с пойменными водоемами после схода паводковых вод и дальнейшей трансформации органического вещества в водоемах.

Создана обобщенная ландшафтно-геохимическая цифровая картографическая модель, содержащая качественную и количественную информацию об основных потоках органического углерода и металлов в пойме, прилегающих к ней территорий и потоках с поймы, которые влияют на геохимический сток углерода и металлов в русло р. Оби. Для ландшафтно-геохимической картографической модели использована географическая информационная система Обь-GIS, включающая базы данных тематических карт, спутниковых изображений, модель рельефа и сетки линий стекания. К графической информации привязана атрибутивная информация, представляющая собой результаты инструментальных измерений растворенного углерода, потоков FCO_2 в атмосферу, исследованных химических элементов и результатов исследования органического вещества в водных объектах в период весеннего паводка. Картографическая модель позволяет проводить площадную оценку органического углерода, химических элементов и их потоков в пойме, притоках и основном русле р. Оби. Модель дает дополнительную возможность в моделировании и исследовании механизмов формирования геохимического стока с территории поймы. Слои карт и атрибутивная информация хранятся в формате персональной базы геоданных ArcGIS (MDB).