

# Гидрогеология

УДК 550.42:577.4(571.1)

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЗОВАНИЯ БОЛОТ В ТАЁЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Савичев Олег Геннадьевич,**

д-р географ. наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института природных ресурсов ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: OSavichev@mail.ru

**Паромов Сергей Владимирович,**

аспирант кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института природных ресурсов ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30; гидролог ОАО «Волжский подводник» Омского регионального центра Томского управления подводно-технических работ, Россия, 644033, г. Омск, ул. Химиков, д. 8. E-mail: ramondasilva@mail.ru

**Актуальность работы:** Отсутствие удовлетворительных ответов на целый ряд вопросов взаимосвязей между процессами формирования болот, водного и твёрдого стока, изменения речных русел ограничивает достоверность долгосрочных прогнозов изменения окружающей среды на заболоченных территориях Западной Сибири и оценок антропогенного воздействия на болотные экосистемы, что во многих случаях приводит к усилению негативного воздействия вод и возникновению чрезвычайных ситуаций, в том числе на объектах нефтегазового комплекса.

**Цель работы:** выявление наиболее общих механизмов взаимовлияния речных и болотных систем, характеризующихся преобладанием противоположных по воздействию на окружающую среду процессов эрозии и аккумуляции вещества.

**Методы исследования:** географо-гидрологический метод, математическое моделирование гидрологических процессов.

**Результаты и выводы:** Выявлен и количественно обоснован механизм взаимосвязей между процессами формирования водного стока, возникновения и эволюции болот в таёжной зоне Западной Сибири на уровне водосборов водотоков первого-третьего порядков. Показано, что в настоящее время в условиях избыточного или нормального увлажнения болотообразование начинается и/или развивается в условиях затруднённого водного стока на фоне избыточного увлажнения. Установлено, что важную роль играют не только абсолютные значения стока, но и его изменчивость как в пределах многолетнего периода, так и внутри года. Сделан вывод о том, что хозяйственная деятельность, связанная с приоритетным развитием нефтегазового комплекса, может способствовать заболачиванию за счёт ухудшения поверхностного и подповерхностного стока вследствие переподводнения участков, примыкающих к инженерным системам и сооружениям.

### **Ключевые слова:**

Гидрологический анализ, гидрологические процессы, болотообразование, Западная Сибирь, водный баланс.

### **Введение**

История развития современных болот в таежной зоне Западной Сибири насчитывает всего около 10–12 тыс. лет. За этот относительно короткий (в геологическом масштабе) срок болотный процесс достиг весьма значительных масштабов влияния на все компоненты природной среды, в связи с чем его обоснованно рассматривают на уровне активно действующих экзогенных процессов [1]. При этом заболачивание происходило раньше и происходит

сейчас двумя путями: в результате расширения границ уже существующих торфяных болот (аллохтонная форма заболачивания) и вследствие формирования новых заболоченных площадей на плоских участках рельефа и в небольших депрессиях поверхности (автохтонное заболачивание).

Данные процессы применительно к Западной Сибири достаточно подробно описаны в работах М.И. Нейштадта [2, 3], Н.А. Караваевой [4], К.Е. Иванова и соавторов [5], О.Л. Лисс с соавтора-

ми [6] и ряда других исследователей. Однако до сих пор остаются не полностью раскрытыми вопросы взаимосвязи гидрологических и болотных процессов, что существенно затрудняет понимание общей картины болотообразования в регионе и резко снижает достоверность прогнозов дальнейшей эволюции болот в частности и окружающей среды в целом. Например, возникает чрезмерно высокая степень неопределённости в оценке изменения состояния болотных систем и многолетнемёрзлых грунтов на фоне наблюдаемых изменений климата и расширения хозяйственной деятельности, связанной с добычей и транспортом углеводородов. Всё это и определило цель рассматриваемой работы – выявление наиболее общих механизмов взаимовлияния речных и болотных систем, характеризующихся преобладанием противоположных по воздействию на окружающую среду процессов эрозии и аккумуляции вещества.

#### Объект и методика исследования

В работе использованы материалы исследований, выполненных при непосредственном участии и/или под руководством авторов в 2001–2013 гг. в Томском политехническом университете (ТПУ), ОАО «Томскгеомониторинг» и ООО «ИНГЕОТЕХ». В качестве основных объектов исследования выбраны болотные экосистемы в водосборах левых притоков реки Обь – рек Чая, Парабель и Васюган. Кроме того, привлекались данные по болотно-озёрным системам в водосборах рр. Тым и Тром-Юган (правые притоки р. Обь). Район исследований схематично показан на рис. 1. Более подробное описание изученных объектов приведено в [7–9].

Методика исследований включала в себя полевые обследования речных и болотных систем (оценку высотных отметок поверхности водосборов, уровней речных, грунтовых и болотных вод, измерение мощности торфяной залежи), а также расчё-

ты водного стока с болот по методике, приведённой в [10, 11], анализ материалов топогеодезических и гидрологических работ согласно [12–14], и данных дистанционного зондирования болот, полученных совместно с В.А. Базановым, А.А. Скугаревым, В.А. Лыготиним и А.Е. Березиним [1, 7, 15].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Хронология развития речной сети Западной Сибири в голоцене является весьма спорной с точки зрения различных авторов, предложивших в разное время гипотезы водного стока в: 1) Северный Ледовитый океан между несомкнувшимися языками уральских и сибирских ледников, либо при отсутствии наземного оледенения, либо между одновременными уральскими и сибирскими ледниками, либо через ледник (в том числе под ледником); 2) в Арало-Каспийский бассейн через Тургайский прогиб; 3) в бессточный Западно-Сибирский бассейн (море) [16]. Не затрагивая непосредственно этот важнейший вопрос, связанный с проблемой определения возраста существующих речных систем, отметим, что в любом случае одной из причин заболачивания Западно-Сибирской равнины могло быть постоянное переформирование речных русел в легко размываемых грунтах при отсутствии древесной растительности и избыточном увлажнении водосборов в результате таяния ледников, выпадения атмосферных осадков и затруднённости водного стока за пределы рассматриваемой территории [2, 5, 6, 17, 18].

В подобных условиях наличие многочисленных стариц в ряде случаев стало катализатором заболачивания региона, причём эвтрофикация пойменных водоёмов продолжается (хоть и не так интенсивно, как несколько тысяч лет назад) и в настоящее время (рис. 2). Следовательно, русловой процесс активизировал болотообразование, которое в последующем привело к некоторой стабилизации



Рис. 1. Схема расположения района исследований болотных систем в таёжной подзоне Западной Сибири



**Рис. 2.** Заболоченный пойменный водоём в Александровском Приобье; фото С.В. Паромова



**Рис. 3.** Заболоченная долина безымянного водотока и его притока в Александровском Приобье; фото С.В. Паромова

русловых деформаций, по крайней мере, на малых реках [8, 19]. Более того, в настоящее время наблюдается захват болотами не только водосборных территорий, но и самих русел малых водотоков, вплоть до фактического исчезновения некоторых из них (рис. 3). Дальнейшей стадией болотного процесса стало формирование вторичной речной сети болотных водотоков и водоёмов в условиях избыточного или умеренного увлажнения и ухудшающихся условий стекания воды, причём в ряде случаев русла болотных водотоков формируется на водоразделах исчезнувших первичных рек (рис. 4).

В случаях, когда формирование даже внутриболотных водотоков затруднено из-за незначитель-

ных уклонов и значительного сопротивления среды, возможно возникновение внутриболотных водоёмов в диапазоне от форм внутриболотных экосистем (например, грядово-мочажинно-озеркового комплекса) до весьма крупных озёр (например, озера Мирное с площадью акватории 18 км<sup>2</sup>).

Данный процесс при определённых обстоятельствах может быть проинтерпретирован как проявление глобального потепления, хотя и не имеет к нему прямого отношения. С учётом этого нужно более внимательно относиться к методике сопоставления разновременных космоснимков, на основании которых некоторыми авторами делаются вполне однозначные выводы о деградации много-



летней мерзлоты в Сибири и появлении на протяженных минеральных и органических грунтах водоёмов (например, в [20, 21]). Безусловно, возможен и этот сценарий, но для таёжной зоны всё же наблюдается преимущественно переобводнение болот, особенно в нижнем течении крупных притоков р. Обь (рис. 5).

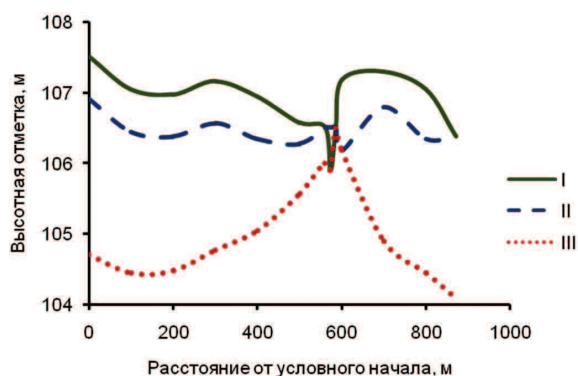


Рис. 4. Профиль долины вторичного внутриболотного водотока в верховьях р. Тром-Юган: I) высотная отметка поверхности водосбора в Балтийской системе высот; II) уровень болотных вод (в русле – речных); III) высотная отметка минерального основания болота

В настоящее время в регионе отмечаются весьма значительные скорости прироста торфяной залежи (табл. 1) и расширения болот. Так, по данным М.И. Нейштадта [2], речь идёт о ежегодном приросте площади болот на десятки тысяч гектаров, причём интенсивность болотообразования увеличивается после лесных пожаров и строительства на болотах вследствие уменьшения эвактранспирации и замедления поверхностного и подповерхностного стока у линейных сооружений (дорог, трубопроводов) и объектов нефтегазодобычи.

Таблица 1. Интенсивность торфонакопления в Западной Сибири [22]

Объект	Прирост торфяной залежи, мм/год	Аккумуляция $S_{орг.}$ , г/год·м <sup>2</sup>
Верховая сфагновая залежь Васюганского болота	1,15 (от 0,60 до 2,62)	39,7
Низинная травяная залежь Васюганского болота	0,59	30,1
Васюганское болото в целом	–	30...40
Болота Западной Сибири в целом	от 0,39 до 0,80	–

Для более полного раскрытия роли гидрологических процессов была разработана математическая модель формирования месячного водного стока на заболоченных территориях. Её структура подробно описана в [10, 11]. Здесь лишь отметим, что модель включает в себя расчёт испарения с поверхности водосбора методами М.И. Будыко и В.С. Меженцева, оценку снеготаяния по температурным коэффициентам и определение инфильтрации и подземной составляющей стока по авторской методике, основанной на оптимизации параметров уравнения водного баланса и использовании упрощённой модели инфильтрации Грина-Эмптона. Расчёт перераспределения водного стока внутри болотной экосистемы выполнен на основе предложений К.И. Иванова, исходя из допущения относительного постоянства проточности определённых видов внутриболотных экосистем.

Анализ результатов математического моделирования, частично опубликованных в [8–11], показал, что, во-первых, основная часть руслового стока при высокой заболоченности водосбора связана со снеготаянием. Дождевые осадки, несмотря на их преобладание в годовом атмосферном увлажнении, преимущественно расходуются на испарение.



Рис. 5. Фрагмент водосбора р. Васюган на участке нижнего течения; фото С.В. Паромова

*Во-вторых*, наблюдаемое в последние десятилетия увеличение меженного речного стока и подземной составляющей суммарного стока [23–26] в ряде случаев удовлетворительно объясняется смещением сроков установления снегового покрова и снеготаяния, снижением испарения с поверхности водосборов при уменьшении температур воздуха в летний период и увеличением температуры в остальные месяцы года даже при отсутствии изменений годового атмосферного увлажнения.

*В-третьих*, на примере водосбора реки Ключ (элемент речной системы Ключ–Бакчар–Чая–Обь) установлено, что на границе грядово-мочажинно-озеркового и олиготрофного сосново-сфагново-кустарничкового («рям») болот, а также олиготрофного сосново-сфагново-кустарничкового и мезотрофного болот наблюдается относительно резкое уменьшение слоя стока (табл. 2).

Можно предположить, что количественные оценки элементов водного баланса других речных водосборов могут отличаться от указанных в табл. 2, но основной механизм взаимного влияния гидрологических и болотных процессов во многих случаях будет таким же, что для р. Ключ:

- 1) болота разного типа и вида характеризуются различными гидрологическими условиями (уклонами водной поверхности, средними значениями мощности торфяной залежи, коэффициентов фильтрации и испарения), определяющими более высокий водный сток в грядово-мочажинно-озерковых комплексах по сравнению с сосново-сфагново-кустарничковыми, а также во многих олиготрофных болотах по сравнению с их окрайкой и мезотрофными болотами;
- 2) создаются постоянные условия переувлажнения территории на границе грядово-мочажинно-озерковых и сосново-сфагново-кустарничковых болот, олиготрофных и мезотрофных болот, олиготрофных болот и залесенных незаболоченных участков, приводящие к расширению первого компонента из перечисленных выше пар (за счёт второго).

**Таблица 2.** Элементы годового водного баланса реки Ключ в северо-восточной части Васюганского болота в среднем за многолетний период, мм

Экосистема	Водный сток	Испарение с поверхности водосбора
Олиготрофное болото грядово-мочажинно-озерковое	85	398
Олиготрофное болото сосново-сфагново-кустарничковое («рям»)	64	419
Мезотрофное болото	20	463
Открытые территории (гари, вырубки, поляны)	21	462
Смешанный лес	43	448
Водосбор в целом	68	417

Примечание: направление стока в водосборе р. Ключ – от грядово-мочажинно-озерковых к мезотрофным (через «рям»); открытые участки расположены внутри смешанного леса [9]

Следует отметить, что большое значение в современном заболачивании в Западной Сибири играет не только средний уровень увлажнения, испарения и стока, но и временная изменчивость элементов водного баланса. В частности, незначительный водный сток малых водотоков (первого–третьего порядков) не препятствует, а в маловодные годы даже способствует зарастанию их русел гидрофильной растительностью, появлению которой, в свою очередь, способствует увеличению коэффициентов шероховатости и увеличению уровней речных вод в периоды повышенной водности. Соответственно, возрастают уровни грунтовых вод, гидравлически связанных с речными, меняется окислительно-восстановительная обстановка в почвенном горизонте (за счёт изменения кислородного режима) и дополнительно создаются более благоприятные условия для распространения гидрофильной растительности.

При некоторых условиях, определяемых в значительной степени видовым составом и возрастной структурой древесной растительности [27–29], испарение с поверхности подобных участков перестаёт компенсировать накопление влаги, а на них развивается уже болотная растительность. При этом существующая речная сеть начинает деградировать, а в периоды повышенной водности избытки влаги могут сбрасываться по краевым участкам, что может вызывать усиленную деформацию почвогрунтов и способствовать формированию новой русловой сети с последующим повторением описанного выше механизма и расширения границ заболоченной территории.

### Выводы

Выявлен и количественно обоснован механизм взаимосвязей между процессами формирования водного стока, возникновения и эволюции болот в таёжной зоне Западной Сибири на уровне водосборов водотоков первого и второго порядков. Показано, что в настоящее время болотообразование начинается и/или развивается в условиях затруднённого водного стока на фоне избыточного или нормального увлажнения, причём важны не только абсолютные значения стока, но и его изменчивость, как в пределах многолетнего периода, так и внутри года.

С учётом этого можно утверждать, что, *во-первых*, сильная изменчивость водного стока и уровней воды в многолетнем разрезе и в течение года, а также развитие русловых процессов по типу свободного меандрирования, русловой и пойменной многорукавности способствует заболачиванию речных долин и водосборов на фоне избыточного атмосферного увлажнения и незначительных уклонов поверхности, причём важную роль в увеличении изменчивости уровней воды и степени затопления поймы в Сибири играют ледовые заторы и зажоры, наблюдаемые на многих реках подтаёжной и южнотаёжной подзон [8].

*Во-вторых*, хозяйственная деятельность, связанная с приоритетным развитием нефтегазового комплекса, может в отдельных случаях препятствовать процессу болотообразования (при проведении дополнительных мероприятий по осушению болот), но чаще всего способствует заболачиванию за счёт ухудшения поверхностного и подземного стока вследствие переобводнения участков, прилегающих к автодорогам, трубопроводам и промышленным площадкам.

При этом общая структура механизма антропогенного заболачивания выглядит так же, как и

природного, а именно: 1) внутри экосистемы есть участки с различной интенсивностью водообмена; 2) участки с более интенсивным водным стоком расположены в начале миграционных путей, что приводит к переобводнению пограничных участков и расширению участков с гидрофильной растительностью; 3) накопление влаги на пограничных участках вызывает необратимые изменения во всей системе, связанные с появлением болотной растительности и накоплением торфа.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 13-05-98045 р\_сибирь\_а.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- L'gotin V.A., Savichev O.G. Scale estimation and intensity of exogenous geological processes in Western Siberia with use of the remote data (by the example of Tomsk region, Russia) // GIS in geology and earth sciences: 4<sup>th</sup> Intern. Conf.: AIP Proc. – N.Y.: Amer. Inst. of Physics, 2008. – V. 1009. – P. 212–220.
- Нейштадт М.И. Болота Обь-Иртышского междуречья // Природные условия освоения междуречья Обь-Иртышья. – М.: ИГАН СССР, 1972. – С. 322–346.
- Нейштадт М.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – М.: Наука, 1977. – С. 39–48.
- Караваева Н.А. Типы и механизмы современного заболачивания почв в лесной зоне // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири / отв. ред. М.И. Нейштадт. – М.: Наука, 1977. – С. 124–137.
- Болота Западной Сибири. Их строение и гидрологический режим / под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 447 с.
- Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Тула: Изд-во «Гриф и Ко», 2001. – 584 с.
- Березин А.Е., Базанов В.А., Савичев О.Г. Принципы разработки кадастра торфяных болот (на примере районов нефтедобычи Томской области) // Охрана природы. Вып. 3: Сб. статей / под ред. А.Е. Березина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – С. 13–26.
- Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 248 с.
- Савичев О.Г., Скугарев А.А., Базанов В.А., Харанжевская Ю.А. Водный баланс заболоченных водосборных территорий Западной Сибири (на примере малой реки Ключ, Томская область) // Геоинформатика. – 2011. – № 3. – С. 39–46.
- Савичев О.Г., Бернатонис П.В., Бернатонис В.К. Гидрологическое обоснование хозяйственного освоения торфяных болот (на примере водосбора реки Ключ, Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 155–162.
- Савичев О.Г. Методика оценки антропогенного воздействия на водный сток рек таежной зоны (на примере притоков Средней Оби) // Инженерные изыскания. – 2012. – № 7. – С. 14–20.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 382 с.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 8. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 360 с.
- Технический регламент Всемирной метеорологической организации № 49. Т. III. Гидрология. – Женева: Секретариат ВМО, 2006. – 72 с.
- Bazanov V.A., Berezin A.E., Savichev O.G., Skugarev A.A. The phytoidication method for mapping peatlands in the taiga zone of the West-Siberian Plain // International Journal of Environmental Studies. – 2009. – V. 66. – № 4. – P. 473–484.
- Малолетко А.М. Эволюция речных систем Западной Сибири в мезозое и кайнозое. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. – 288 с.
- Инишева Л.И., Земцов А.А., Лисс О.Л. и др. Васюганское болото. Природные условия, структура и функционирование / под ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ЦНТИ, 2003. – 212 с.
- Inisheva L.I., Zemtsov A.A., Novikov S.M. Vasugan Mire / ed. L.I. Inisheva. – Tomsk: TSPU Press, 2011. – 160 p.
- Савичев О.Г. Оценка русловых деформаций в бассейнах рек Васюган и Парабель (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 1. – С. 82–87.
- Smith L.C., Sheng Y., MacDonald G.M., Hinzman L.D. Disappearing Arctic Laces // Science. – 2005. – V. 308. – № 3. – P. 1429.
- Полищук В.Ю., Полищук Ю.М. Геоимитационные модели полей термокарстовых озёр в зонах мерзлоты. – Ханты-Мансийск: УИП ЮГУ, 2013. – 129 с.
- Пологова Н.Н., Лапшина Е.Д. Накопление углерода в торфяных залежах Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / под ред. М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2002. – С. 174–179.
- Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Rawlins M.A., Smith L.C., Pavelsky T.M. Temporal and spatial variations in maximum river discharge from a new Russian data set // Journal of Geophysical Research. – 2007. – V. 112, G04S53. – P. 1–14.
- Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettermaier D.P. et al. Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. Ch. 4. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections. (Eds. P.Ya. Groisman, G. Gutman). – Dordrecht; Heidelberg; NY; London: Springer, 2013. – P. 111–154.
- Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2010 г. / под ред. В.А. Лыготина. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», ООО «СтандАрт», 2011. – 144 с.
- Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2011 г. / Под ред. В.А. Лыготина. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», ООО «СтандАрт», 2012. – 180 с.
- Кузнецов В.И., Козлов Н.И., Хомяков П.М. Математическое моделирование эволюции леса для целей управления лесным хозяйством. – М.: ЛЕНАНД, 2005. – 232 с.
- Бляхарчук Т.А. Палеорекострукция климатических изменений на территории Большого Васюганского болота с использованием метода В.А. Климанова // Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота / под ред. М.В. Кабанова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – С. 8–14.
- Прейс Ю.И., Курьина И.В. Палеорекострукция высокого разрешения по данным комплексного исследования торфяных отложений южной тайги Западной Сибири // Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота / под ред. М.В. Кабанова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – С. 14–40.

*Поступила 01.11.2013 г.*



UDC 550.42:577.4(571.1)

## HYDROLOGICAL ASPECTS OF BOGS FORMATION IN TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

Oleg G. Savichev,

Dr. Sc., Tomsk Polytechnic University,  
Russia, 634050, Tomsk, Lenin Avenue, 30. E-mail: OSavichev@mail.ru

Sergey V. ParomonoV,

Tomsk Polytechnic University, Russia, 634050, Tomsk, Lenin Avenue, 30;  
Open joint company «Vozhsky podvodnik», Tomsk department,  
Russia, 644033, Omsk, Khimikov street, 8. E-mail: ramondasilva@mail.ru

**Urgency:** Absence of satisfactory answers to a lot of questions of interrelations between formation of bogs, water and sediment flow, change of river channels limits the reliability of long-term forecasts of environmental changes in boggy territories of Western Siberia and estimations of anthropogenous influence on bog ecosystems. It results in many cases in amplification of water negative influence and occurrence of extreme situations, including the objects of an oil-and-gas complex.

**The purpose** of the study is to reveal the most common mechanisms of river and marsh systems interference described by prevalence of substance erosion and accumulation processes opposite in their influence on environment.

**Methods of research:** a geographic-hydrological method, mathematical modelling of hydrological processes.

**Results and abstracts:** The authors have revealed and quantitatively proved the mechanism of interrelation between the processes of water runoff formation, occurrence and evolution of bogs in taiga zone of Western Siberia (at a level of basins of river of the first – third orders). Currently under conditions of superfluous or normal humidifying the bogging begins in conditions of the complicated water runoff on a background of superfluous humidifying. The authors found out that not only the absolute values of a runoff, but also its variability both within the limits of the long-term period, and inside one year play the important role. The conclusion was drawn that economic activities connected to priority development of an oil-and-gas complex, can promote bogging owing to deterioration of a superficial and earth drain on sites at engineering systems and constructions.

**Key words:**

Hydrological analysis, hydrological processes, formation of bogs, Western Siberia, water balance.

## REFERENCES

- Lgotin V.A., Savichev O.G. Scale estimation and intensity of exogenous geological processes in Western Siberia with use of the remote data (by the example of Tomsk region, Russia). *GIS in geology and earth sciences: 4<sup>th</sup> Intern. Conf.: AIP Proc.* N.Y., Amer. Inst. of Physics, 2008, vol. 1009, pp. 212–220.
- Neishtadt M.I. Bolota Ob-Irtyshskogo mezdurechya [Marshes of Ob-Irtysh interfluv]. *Prirodnye usloviya osvoeniya mezhdurechya Ob-Irtyshya* [The natural conditions of the development of the Ob-Irtysh interfluv]. Moscow, IG AS USSR, 1972. pp. 322–346.
- Neishtadt M.I. Voznikovenie i skorost razvitiya protsessa zabolachivaniya [The emergence and development speed of the process of bogging]. *Nauchnye predposylki osvoeniya bolot Zapadnoy Sibiri* [Scientific Background of swamps development in Western Siberia]. Moscow, Nauka, 1977. pp. 39–48.
- Karavaeva N.A. Tipy i mekhanizmy sovremennogo zabolachivaniya pochv v lesnoy zone [Types and mechanisms of modern bogging of soils in the forest zone]. *Nauchnye predposylki osvoeniya bolot Zapadnoy Sibiri* [Scientific Background of swamps development in Western Siberia]. Moscow, Nauka, 1977. pp. 124–137.
- Bolota Zapadnoy Sibiri. Ikh stroenie i gidrologicheskiy rezhim* [Bogs in Western Siberia. Their structure and hydrology]. Eds. K.E. Ivanova, S.M. Novikova. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1976. 447 p.
- Liss O.L., Abramova L.I., Avetov N.A. *Bolotnye sistemy Zapadnoy Sibiri i ikh prirodookhrannoe znachenie* [Bog of Western Siberia and their conservation value]. Tula, Grif i Ko, 2001. 584 p.
- Berezin A.E., Bazanov V.A., Savichev O.G. Printsipy razrabotki kadastra torfyanykh bolot (na primere rayonov nefte dobychi Tomskoy oblasti) [Principles for the development of the inventory of peat bogs (for example, oil-producing areas of the Tomsk region)]. *Okhrana prirody*, Iss. 3. Tomsk, NTL Publ., 2005, pp. 13–26.
- Savichev O.G. *Vodnye resursy Tomskoy oblasti* [Water resources of the Tomsk region]. Tomsk, TPU Publ., 2010. 248 p.
- Savichev O.G., Skugarev A.A., Bazanov V.A., Kharanzhevskaya Yu.A. Vodny balans zabolochennykh vodosbornykh territoriy Zapadnoy Sibiri (na primere maloy reki Klyuch, Tomskaya oblast) [Water balance of the wetland catchment area in West Siberia (on the example of the small river Key, Tomsk region)]. *Geoinformatika*, 2011, no. 3, pp. 39–46.
- Savichev O.G., Bernatonis P.V., Bernatonis V.K. Gidrologicheskoe obosnovanie khozyaystvennogo osvoeniya torfyanykh bolot (na primere reki Klyuch, Zapadnaya Sibir) [Hydrological rationale of economic development in peat bogs (by the example of key watershed, Western Siberia)]. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 321, no. 1, pp. 155–162.
- Savichev O.G. Metodika otsenki antropogennogo vozdeystviya na vodny stok rek taezhnoy zony (na primere pritokov Sredney Obi) [Methods of assessing human impact on the water flow of the rivers of the taiga zone (by the example of tributaries of the Middle Ob)]. *Inzhenernye izyskaniya*, 2012, no. 7, pp. 14–20.
- Nastavlenie gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam* [Manual for hydrometeorological stations and posts]. Vol. 6. Ch. 1. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1978. 382 p.
- Nastavlenie gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam* [Manual for hydrometeorological stations and posts]. Vol. 8. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1990. 360 p.
- Tekhnicheskii reglament Vsemirnoy meteorologicheskoy organizatsii* [Technical Regulations of the World Meteorological Organization]. Geneva, Secretariat WMO, 2006, no. 49, vol. III. Hydrology, 72 p.
- Bazanov V.A., Berezin A.E., Savichev O.G., Skugarev A.A. The phytindication method for mapping peatlands in the taiga zone of the West-Siberian Plain. *International Journal of Environmental Studies*, 2009, vol. 66, no. 4, pp. 473–484.
- Maloletko A.M. *Evolutsiya rechnykh sistem Zapadnoy Sibiri v mezozoe i kaynozoe* [Evolution of the river systems of Western

- Siberia in the Mesozoic and Cenozoic]. Tomsk, TGU Publ., 2008. 288 p.
17. Inisheva L.I., Zemtsov A.A., Liss O.L. *Vasyuganskoe boloto. Prirodnye usloviya, struktura i funktsionirovanie* [Vasyugan Bog. The natural conditions of the structure and functioning]. Tomsk, CSTP, 2003. 212 p.
  18. Inisheva L.I., Zemtsov A.A., Novikov S.M. *Vasugan Mire*. Tomsk, TSPU Press, 2011. 160 p.
  19. Savichev O.G. Otsenka ruslovykh deformatsiy v basseynakh rek Vasyugan i Parabel (Zapadnaya Sibir) [Evaluation of channel deformations in the river basins Vasyugan and Parabel (Western Siberia)]. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2008, vol. 313, no. 1, pp. 82–87.
  20. Smith L.C., Sheng Y., MacDonald G.M., Hinzman L.D. Disappearing Arctic Laces. *Science*. 2005, vol. 308, no. 3, pp. 1429.
  21. Polishchuk V. Yu., Polishchuk Yu.M. *Geoimitatsionnye modeli polei termokarstovyykh ozer v zonakh merzloty* [Geo-simulation models of fields of thermokarst lakes in permafrost areas]. Khanty-Mansiysk, UIP YUSU, 2013. 129 p.
  22. Pologova N.N., Lapshina E.D. Nakoplenie ugleroda v torfyanykh zalezakh Bolshogo Vasuganskogo bolota [The accumulation of carbon in peat bog deposits of the Great Vasyugan]. *Bolshoe Vasuganskoe boloto. Sovremennoe sostoyanie i protsessy razvitiya* [Big Vasyugan bog. Current status and development processes]. Tomsk, Institute of Atmospheric Optics SB RAS Publishing, 2002. pp. 174–179.
  23. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Rawlins M.A., Smith L.C., Pavelsky T.M. Temporal and spatial variations in maximum river discharge from a new Russian data set. *Journal of Geophysical Research*, 2007, vol. 112, G04S53, pp. 1–14.
  24. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettermaier D.P. *Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. Ch. 4. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections* (Eds. P.Ya. Groisman, G. Gutzman). Dordrecht; Heidelberg; New York; London, Springer, 2013, pp. 111–154.
  25. *Sostoyanie geologicheskoy sredy (nedr) territorii Sibirskogo federalnogo okruga v 2010 g.* [State of geological environment (interior), the Siberian Federal District in 2010]. Ed. V.A. Lgotin. Tomsk, Tomskgeomonitoring, StandArt, 2011. 144 p.
  26. *Sostoyanie geologicheskoy sredy (nedr) territorii Sibirskogo federalnogo okruga v 2011 g.* [State of the geological environment (interior), the Siberian Federal District in 2011]. Ed. V.A. Lgotin. Tomsk, Tomskgeomonitoring, StandArt, 2012. 180 p.
  27. Kuznetsov V.I., Kozlov N.I., Khomyakov P.M. *Matematicheskoe modelirovanie evolyutsii lesa dlya tseley upravleniya lesnym khozyaystvom* [Mathematical modeling of forest evolution for forest management]. Moscow, LENAND, 2005. 232 p.
  28. Blyakharchuk T.A. Paleorekonstruktsiya klimaticheskikh izmeneniy na territorii Bolshogo Vasuganskogo bolota s ispolzovaniem metoda V.A. Klimanova [Paleoreconstruction of climate change in the Great Vasyugan bog using the method of V.A. Klimanov]. *Issledovanie prirodno-klimaticheskikh protsessov na territorii Bolshogo Vasuganskogo bolota* [The study of natural and climatic processes in the Great Vasyugan bog]. Ed. M.V. Kabanov. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2012. pp.8–14.
  29. Preys Yu.I., Kurina I.V. Paleorekonstruktsiya vysokogo razresheniya po dannym kompleksnogo issledovaniya torfyanykh otlozheniy yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri [Paleoreconstruction of high definition by the data of comprehensive study of peat deposits in southern taiga in West Siberia]. *Issledovanie prirodno-klimaticheskikh protsessov na territorii Bolshogo Vasuganskogo bolota* [The study of natural and climatic processes in the Great Vasyugan bog]. Ed. M.V. Kabanov. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2012. pp. 14–40.