

«УТВЕРЖДАЮ»

директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт
геологии и минералогии им. В.С. Соболева
Сибирского отделения Российской академии



д.г.-м.н. Н.Н. Крук

29» 10 2018 г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
Пр-т. Академика Коптюга, д. 3, г. Новосибирск, 630090
Телефоны: +7 (383) 333-26-00; +7 (383) 373-03-28
E-mail: director@igm.nsc.ru

ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской
академии наук на диссертационную работу **Моисеевой Юлии Александровны**
«Изменения подземного стока таежной зоны Западной Сибири в голоцене»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности
25.00.07 – Гидрогеология.

Диссертационная работа Моисеевой Юлии Александровны посвящена комплексному научному исследованию процессов формирования, реконструкции в голоцене и долгосрочного прогнозирования изменения подземного стока таежной зоны Западной Сибири. Формирование подземного стока и его количественная оценка представляют собой исключительный научный и прикладной интерес. С научной точки зрения, изучение подземного стока способствует дальнейшему уточнению его величины и определению продолжительности циклов круговорота воды в природе, скорости водообмена в верхних частях земной коры, выяснению условий питания и разгрузки водоносных горизонтов. С практической точки зрения, изучение подземного стока может обеспечить успешное решение ряда задач, связанных с комплексным использованием и охраной водных ресурсов, целенаправленным управлением поверхностным и подземным стоками, прогнозированием минимальных расходов рек для гидроэнергетического проектирования, судоходства, ирригации, водоснабжения и других. Понимание

палеогидрологических и палеогидрогеологических условий является ключом к решению целого ряда гидрогеологических, геоэкологических, геохимических задач и необходимым условием для разработки методов долгосрочного прогноза изменений окружающей среды, в том числе играет важную роль в построении теории формирования геохимических аномалий (природных и антропогенных) и поисков гидрогенных месторождений полезных ископаемых. Недостаточная на сегодняшний день разработанность методологической базы оценки возможных изменений гидрогеологических условий под влиянием природных и антропогенных факторов, с учетом очень высокой и прогрессирующей заболоченности региона определяет **актуальность** проводимых в данной диссертационной работе исследований.

Цель работы соискателя заключалась в оценке подземного стока таёжной зоны Западной Сибири и обосновании методики его реконструкции в голоцене. Для достижения целей диссертантом были сформулированы следующие **задачи**: 1. определить основные факторы формирования подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири; 2. выполнить оценку подземного стока на основе выявленных многолетних изменений уровней подземных вод и расходов рек в таёжной зоне Западной Сибири по данным наблюдений до 2015 гг.; 3. разработать и обосновать новую методику реконструкции подземного стока на основе математической модели суммарного и подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири в голоцене; 4. построить долгосрочный прогноз изменений подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири.

Представленная к защите диссертационная работа выполнена в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 163 источников, содержит 27 рисунков и 17 таблиц; общий объем диссертации составляет 147 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи исследования, показана научная новизна, практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, показан личный вклад автора.

В **Главе 1** «Изученность проблемы оценки и прогнозирования подземного стока» даны основные термины, определения и понятия с учетом действующих в России нормативно-правовых документов и учебной литературы. Автор приводит обзор литературных данных по современному состоянию изученности подземного стока таежной зоны Западной Сибири. Комплекс существующих на сегодняшний день карт основных количественных показателей подземного стока таежной зоны Западно-Сибирского артезианского бассейна позволил автору выявить общие закономерности формирования и особенности распределения подземного стока в пределах территории

исследования. Автор подчеркивает, что выделяется три основных фактора, влияющих на формирование подземного стока: климат, рельеф и структурно-гидрогеологический. Все они действуют не изолированно, а взаимосвязано. Кроме того, для таежной зоны значительную роль в питании и регулировании водообмена играют заболоченные пространства водораздельных равнин и долин рек.

В первой же главе охарактеризованы основные методы и приемы количественной оценки подземного стока, методы прогнозирования подземного стока и уровня режима. Подробно рассмотрены достоинства каждого из существующих: гидрогеологические, воднобалансовые, гидрохимические, физические и гидрологические. Обозначены и трудности, связанные с их применением.

Рассмотрены основные методы палеореконструкций, включающие исследования истории формирования болотных массивов и позволяющие получать информацию о происходивших климатических изменениях за время торфонакопления, а также методы палеогидрогеологических реконструкций, основанные на анализе различных геологических материалов с учетом теоретических и эмпирических обобщений гидрогеологии.

Вторая глава «Объект, исходная информация и методика исследования» представляет обоснование объекта исследований, в качестве которого выбраны подземные воды верхнего гидрогеологического этажа Западно-Сибирского артезианского бассейна (ЗСАБ), приуроченные к водоносным отложениям четвертичного, палеогенового и частично мелового возраста. Выбор пунктов наблюдений осуществлялся с учётом отсутствия явно выраженного антропогенного воздействия на подземные воды и продолжительности рядов наблюдений за уровнями вод.

В процессе исследования использовались методы математического моделирования гидрогеологических процессов, статистический, географо-гидрологический. Кроме данных об уровнях подземных вод, температуре атмосферного воздуха и атмосферных осадках также использовались данные многолетних наблюдений Росгидромета за уровнями и расходами вод средних рек в бассейне Оби.

Глава 3 «Физико-географическая характеристика таёжной зоны Западной Сибири» включает сведения о географическом и административном положении, геоморфологических, геологических и гидрогеологических условиях территории исследования. Детально рассмотрены гидрология и климатические факторы, определяющие колебания уровней и потенциальные возможности пополнения запасов подземных вод. Особо отмечено, что одним из основных климатических факторов, определяющим сток, являются атмосферные осадки. Так, на территории Томской области,

согласно (Чемоданов, 1953), среднее количество осадков составляет 500 мм. В бассейнах рек равнинно-таежной зоны норма атмосферных осадков составляет 420-530 мм. Норма испарения в среднем по территории равна 330 мм. Довольно равномерное количество атмосферных осадков в равнинно-таежной зоне, равномерное накопление снежных запасов и почти одинаковое испарение с поверхности суши обуславливают мало изменяющийся по территории средний сток рек.

Автор делает вывод, что основными факторами формирования подземного стока в таежной зоне Западной Сибири являются: характерная для данной территории высокая заболоченность, степень дренированности, лесистость водосборов, климатическая зональность и особенности геологического строения.

Глава 4 «Подземный сток таежной зоны Западной Сибири» посвящена детальному рассмотрению распределения влаги между поверхностным и подземным стоком.

Для оценки современного подземного стока чаще всего используется метод расчленения гидрографа при допущении равенства подземного стока и подземной составляющей речного стока в предположении преобладания подпорного режима взаимодействия речных и подземных вод. Однако в долинах равнинных рек Западной Сибири даже с сильно заболоченными водосборами в ряде случаев наблюдается нисходящий режим. Для подтверждения такого предположения, автором проведен статистический анализ многолетних изменений среднегодовых уровней подземных вод в таёжной зоне Западной Сибири, который действительно выявил нисходящий режим подземного стока. Исходя из этого, оценка подземного стока в работе проводится по регрессионной зависимости от уровней речных и подземных вод для рек Тым, Кеть, Васюган, Парабель, Чая. Полученные в результате значения модуля стока согласуются с данным, представленными в литературных источниках.

Для более детального изучения изменений подземного стока проведен статистический анализ многолетних изменений среднегодовых уровней подземных вод в таёжной зоне Западной Сибири. В работе выявлено нарушение однородности рядов среднегодовых и/или среднесезонных уровней подземных вод за период с 1965–1973 гг. до 2010–2015 гг., связанное с повышением уровней подземных вод в результате повсеместного увеличения с начала 1970-х гг. среднегодовой температуры атмосферного воздуха и сумм положительных среднемесячных температур воздуха. При этом необходимо отметить, что между колебаниями среднегодовых значений уровней подземных вод отложений разного возраста прослеживаются статистически значимые корреляционные связи на значительной части исследуемой территории.

На основе полученных данных автором построена карта изменения модуля подземного стока средних рек на территории исследования и сформулировано первое защищаемое положение: *Модуль подземного стока на территории таёжной зоны Западной Сибири в настоящее время изменяется от 1 до 3,2 л/(с км²). На протяжении последних 40 лет в таёжной зоне Западной Сибири продолжаются рост среднегодовых уровней подземных вод в ненарушенных хозяйственной деятельностью условиях, который в среднем по таёжной зоне Западной Сибири за период с конца 1960-х по 2015 гг. составляет 0,34 м.*

Глава 5 «Математические модели формирования суммарного и подземного стока» описывает методику реконструкции подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири, которая включает оценку месячного подземного стока в современный период, анализ основных факторов формирования подземного стока и разработку математической модели его формирования, пригодной для реконструкции подземного стока в условиях ограниченного объема исходной информации, также сбор и анализ исходной климатической информации, необходимой для использования модели. В рассматриваемой работе были использованы результаты палеоклиматических реконструкций, выполненных рядом ученых, такими как Р. Ya. Groisman, G. Gutman, K. Gajewski, P. Moller, A.B. Ахтерякова, С.В. Лещинский, А.М. Малолетко, Н.Н. Пологова, Е.Д. Лапшина, и справочные материалы.

Далее в главе подробно рассмотрены математические модели формирования годового суммарного и подземного стока.

В **Главе 6** «Реконструкция и долгосрочный прогноз подземного стока» на основе предложенных в главе 5 математических моделей выполнена реконструкция суммарного стока, а затем подземного стока и его долгосрочный прогноз. В качестве основных объектов исследования выбраны водосборы рек Чузик и Турухан. Выбор указанных водотоков определялся их расположением в различных климатических зонах и разными значениями характеристик водного баланса.

За основу моделирования изменения суммарного и подземного стока взяты данные палеоклиматических реконструкций изменения климата в голоцене. Анализ результатов моделирования показал, что изменения в течение голоцена суммарного водного стока в северной и центральной части Сибири происходило несинхронно, даже несмотря на совпадение тенденций в изменении климата. Причиной этого является наличие нелинейных связей между водным стоком, атмосферным увлажнением, лесистостью и заболоченностью водосборов.

Анализ полученных результатов реконструкции подземного стока показал, что в последние десятилетия наблюдаются наибольшие для голоцена значения подземного стока: 73 мм/год в водосборе реки Турухан; 24 мм/год в водосборе реки Чузик. Минимальное значение годового подземного стока в северо-восточной части Западной Сибири (15–17 мм/год) наблюдалось примерно 10 - 11 тыс. лет назад, а в южной части современной таёжной зоны (9 мм/год) – примерно 8,5 тыс. лет назад.

На основании полученных результатов автором сформулировано второе защищаемое положение: *разработана и обоснована методика реконструкции подземного стока, основанная на зависимости модуля подземного стока от суммы атмосферных осадков за тёплый период (величина инфильтрационного питания) и коэффициента стока (степень обводнённости горных пород). На основе данной методики показано, что в последние десятилетия в таёжной зоне Западной Сибири наблюдаются максимальные или близкие к максимальным для голоцена значения подземного стока (24 мм/год).*

Особо хочется отметить раздел данной главы по долгосрочному прогнозу изменений элементов водного баланса. Долгосрочные гидрогеологические прогнозы, особенно в условиях сильной заболоченности региона и развития нефтегазового комплекса в Западной Сибири, имеют очень важное научное и прикладное значение. В работе проведено моделирование с учетом данных, представленных в докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) (Climate change..., 2015). Согласно перспективным оценкам изменения климата выполнен прогноз изменения суммарного и подземного стока в связи с изменениями температуры и суммы атмосферных осадков по двум сценариям: (I) температура воздуха увеличится на 1,5°C, количество атмосферных осадков увеличится на 10 %; (II) увеличения произойдут на 3°C и 20%, соответственно. Автором получено, что на территории исследования с ростом температуры и количества атмосферных осадков суммарный сток увеличится в среднем на 9 мм/год для первого сценария и 16 мм/год для второго, и менее значительное произойдет увеличение подземного стока для обоих сценариев, в среднем на 5%.

В результате диссертантом построена модель водного баланса, позволяющая удовлетворительно описать наблюдаемые изменения суммарного стока и его подземной составляющей при минимуме исходной информации, и сформулировано третье защищаемое положение: *Основным условием увеличения подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири является рост атмосферного увлажнения при различных сценариях изменения температуры воздуха. К концу XXI века при сценарии увеличения температуры воздуха и атмосферного увлажнения увеличение подземного стока будет незначительным.*

В **Заключении** приводятся основные выводы проведенного исследования.

Научная новизна диссертационного исследования Ю.А. Моисеевой не вызывает сомнений: впервые для региона на основе предложенной и обоснованной автором математической модели формирования подземного стока выполняется реконструкция его изменений в голоцене и вероятностный прогноз долгосрочных изменений подземного стока в таёжной зоне Западной Сибири, выявлены условия, определяющие направление и масштаб изменений режима подземных вод.

Практическая значимость работы заключается в построении долгосрочного прогноза ресурсов подземных вод в таёжной зоне Западной Сибири; выявлении условий формирования геохимических аномалий, связанных с изменением режима подземных вод; нормировании антропогенных воздействий на водные объекты и разработке долгосрочных программ комплексного использования и охраны водных ресурсов на территории Западной Сибири. Полученные данные будут востребованы в качестве учебно-методического и справочного материала.

Однако следует обратить внимание на ряд возникших вопросов и замечаний:

1. Каким образом проводилось определение современных балансовых характеристик территории, таких как заболоченность, залесенность водосборов? Являются ли эти данные фоновыми, либо определялись по дешифрированию космоснимков, аэрофотоснимков?

2. В качестве замечания необходимо отметить, что в диссертационной работе не приводится оценка достоверности полученных расчетов. Выполнялась ли такая оценка?

3. Чем объясняется, по мнению соискателя, несоответствие изменения значений подземного стока во времени с изменением его процентной доли в общем суммарном стоке (рис. 6.3.1. стр. 115 диссертации)?

4. Недостаточно четко сформулировано, как меняется подземный сток в зависимости от климатической зоны. В чем заключается влияние заболоченности территории по сравнению с менее увлажненными участками?

Указанные замечания, тем не менее, не умаляют проведенного диссертационного исследования. Представленная к защите диссертация Юлии Александровны Моисеевой является завершенной научно-квалификационной работой, выдвинутые диссертантом защищаемые положения, выводы, прогнозы обоснованы. Основные положения диссертации в полной мере отражены в четырех статьях в журналах из списка ВАК и апробированы на российских и международных конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Моисеевой Ю.А. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 - Гидрогеология.

Научный сотрудник Лаборатории

рудно-магматических систем и металлогении,

к.г.-м.н.

О.С. Наймушина

Ведущий научный сотрудник Лаборатории

геоинформационных технологий и дистанционного

зондирования,

д.г.-м.н.

С.К. Кривоногов

Отзыв рассмотрен и одобрен в качестве официального на заседании Ученого совета Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, «19» октября 2018 г., протокол № 10.

Председатель Ученого совета.

д.г.-м.н.

Н.Н. Крук

Ученый секретарь,

к.г.-м.н.



Самданов

ДОСТОВЕРЯЮ
ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ГУРЬЕВА

1.10.2018