

24. *Конторович А.Э., Неручев С.Г.* Катагенез рассеянного органического вещества и нефтегазообразование // Проблемы нефтеносности Сибири. – Новосибирск: Наука, 1971. – С. 51–69.

25. *Конторович А.Э., Полякова И.А., Колганова М.М., Соболева Е.И.* Превращение органического вещества в мезо- и апокатагенезе // Советская геология. – 1988. – №7. – С. 26–36.

26. *Сафронов А.Ф.* Геология и нефтегазоносность северной части Предверхоанского прогиба. – Новосибирск: Наука, 1974. – 111 с.

27. *Сафронов А.Ф.* Историко-генетический анализ процессов нефтегазообразования (на примере востока Сибирской платформы). – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 145 с.

28. *Сафронов А.Ф., Бодунов Е.И., Каширцев В.А. и др.* Условия генерации углеводородов в верхнепалеозойских и мезозойских отложениях северо-восточной окраины Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 1979. – №1. – С. 3–8.

29. *Филатов С.С., Зеличенко И.А.* Катагенетические преобразования битумоидной части гумито-сапропелитовых и сапропелито-гумитовых разностей ОВ в связи с процессами нефтеобразования //РОВ на разных этапах литогенеза осадков и процессы нефтегазообразования. – Л., 1978. – С. 65–78.

30. *Фролов В.И., Сюдюков Ш.А., Бакин В.Е.* О катагенезе органического вещества глубоких горизонтов центральной части Вилкойской синеклизы // Докл. АН СССР. Сер. геол. – 1987. – Т. 297, №2. – С.442–444.

31. *Геохимия органического вещества нефтегазоносных отложений Западной Якутии.* – Новосибирск: Наука, 1984. – 113 с.

32. *Катагенез и нефтегазоносность / Г.М. Парпарова, С.Г. Неручев, А.В. Жукова и др.* – Л.: Недра, 1981. – 240 с.

33. *Геохимия нефтей востока Сибирской платформы.* – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2009. – 180 с.

34. *Зуева И.Н.* Генетические типы органического вещества и нефтей Западной Якутии (по данным ИК- и УФ-спектроскопии): автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Л.: ВНИГРИ, 1984. – 18 с.

35. *Kashirtsev V.A., Safronov A.F., Chalaya O.N. et al.* The geochemical peculiarities of crude oils from the Upper Permian-Mesozoic strata of the Vilyusky Basin. 6th Internat. Conf. on Petroleum Geochem. and Explor. in Afro-Asian Region. 12–14 Oct. 2004, Pekin, China. Book of Abstracts. – P.23–24.

36. *Успенский В.А.* Введение в геохимию нефти. – Л.: Недра, 1970. – 309 с.

Поступила в редакцию 11.03.2014

УДК 556:551.579

Основные составляющие подземного питания рек Якутии

В.В. Шепелёв, Н.А. Павлова

Специфика подземного питания рек и гидравлической взаимосвязи между речными и подземными водами в Якутии до настоящего времени исследована весьма слабо. Обращено внимание на важность изучения различных типов подземных вод, которые в отдельные годы могут существенно влиять как на формирование уровня режима реки в разные сезоны, так и на образование наледей и ледовых заторов, вызывающих катастрофические наводки.

Ключевые слова: надмерзлотные воды сезонноталого слоя, льдистость отложений деятельного слоя, наледеобразование, поглощение поверхностного стока, разгрузка подземных вод.

Current understanding of the groundwater contribution to streamflow and hydraulic interaction between river and ground waters in Yakutia remains inadequate. This article emphasizes the importance of studying different types of groundwater which, in some years, can have significant effects on both the seasonal stage regime and the formation of icings and ice jams leading to catastrophic floods.

Key words: suprapermmafrost water of the active layer, active-layer ice content, icing, surface runoff absorption, groundwater discharge.

Как отмечают многие исследователи, на реках Северо-Востока России в последние десяти-

летия наблюдается увеличение среднего годового стока и повышение расходов меженного (подземного) стока к концу зимы [1, 2]. Связывают это, в основном, с повышением зимних температур воздуха, в результате чего отмечается уменьшение толщины речного льда и увеличение пропускной способности русел. Так, по рас-

ШЕПЕЛЁВ Виктор Васильевич – д.г.-м.н., зам. директора ИМЗ СО РАН, sheply@mpi.ysn.ru; ПАВЛОВА Надежда Анатольевна – к.г.-м.н., зав. лаб. ИМЗ СО РАН, pavlova@mpi.ysn.ru.

четах Института водных проблем РАН, при повышении зимних температур воздуха на 2–4°C меженный сток р. Лены и ее основных притоков возрастает на 30% [3]. Зимний сток северных рек формируется и обеспечивается в основном за счет подземных вод. Величина подземного стока рек Якутии зависит от конкретной мерзлотно-гидрогеологической обстановки того или иного речного бассейна и может достигать 20–30% от среднего их годового расхода. Однако изученность подземной составляющей общего речного стока рек Якутии чрезвычайно низка и, по сути, не учитывается при исследовании гидрологического цикла, прогнозировании паводковых уровней воды, мест формирования заторопанных участков и т.д. [4].

В подземном питании рек Якутии принимают участие надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды. В летний период одним из основных источников подземного питания рек Якутии являются надмерзлотные воды сезонноталого слоя. Именно за счет этих вод, поступающих с водосборных площадей речных бассейнов, в конце весны или в самом начале лета формируется второй паводок на реках Якутии, именуемый в народе «черной водой». В отдельные годы уровень воды в этот паводок отмеча-

ется достаточно высоким, вызывая подтопление населенных пунктов и промышленных объектов. Основным источником питания надмерзлотных вод сезонноталого слоя служит таяние подземного льда, содержащегося в грунтах деятельного слоя криолитозоны, что придает воде характерный коричневатый оттенок. Степень льдистости отложений деятельного слоя, в свою очередь, определяется суровостью прошедшей зимы, высотой и динамикой роста снежного покрова [5]. В общем случае, чем суровее зима и менее высокий снежный покров, тем больше подземного льда образуется в деятельном слое криолитозоны за счет вертикальной миграции влаги к фронту промерзания грунтов сезонноталого слоя под воздействием в основном термоградиентных факторов (рис. 1).

Надмерзлотные воды сезонноталого слоя определяют и водность рек в начале зимнего периода. Это связано с тем, что при сезонном промерзании водоносных пород данного слоя формируется криогенный гидростатический напор, под воздействием которого интенсифицируется разгрузка надмерзлотных вод сезонноталого слоя в реки. Это вызывает повышение уровня воды в реках, величина которого зависит не только от степени обводненности сезонноталого

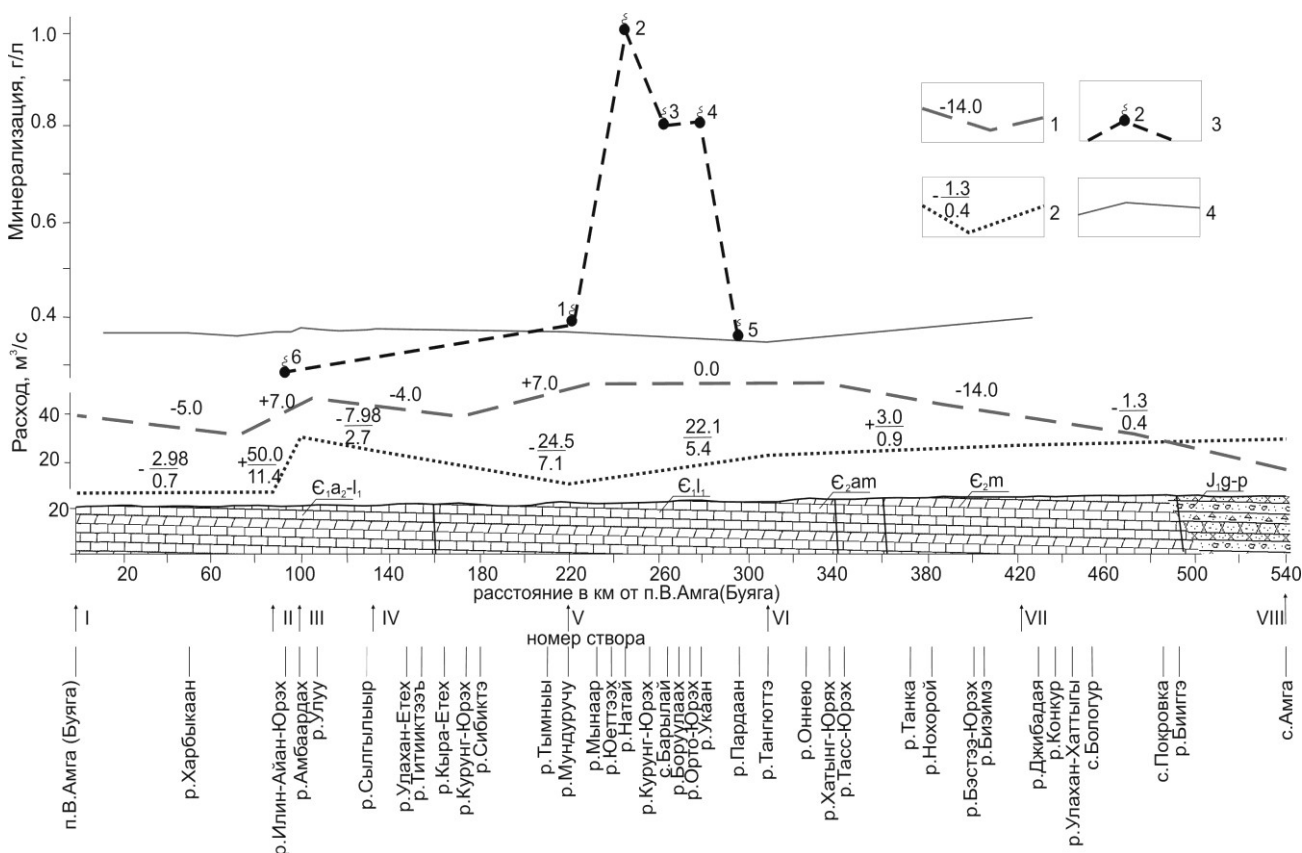


Рис. 1. Комплексный график изменения суммарной влажности грунтов (%) на Чабыдинском полигоне (данные [6]), климатических характеристик района и расхода р. Шестаковки

ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОДЗЕМНОГО ПИТАНИЯ РЕК ЯКУТИИ

слоя, но и от суровости первых зимних месяцев и от количества выпавших твердых атмосферных осадков в начале зимы.

Таким образом, надмерзлотные воды сезонноталого слоя, формирующиеся на водосборных площадях речных бассейнов в теплый период года, оказывают достаточно серьезное влияние на ресурсы и гидрологический режим рек Якутии. При изучении надмерзлотного стока и оценки его роли в формировании речного стока особое внимание следует уделять исследованию предзимней влажности грунтов сезонноталого слоя, поскольку именно она будет определять количество воды, которое поступит в реку или подрусовой поток в последующий весенний период. Оценить роль осеннего увлажнения грунтов сезонноталого слоя в формировании речного стока возможно только при проведении специальных гидрогеологических наблюдений за режимом надмерзлотных вод и влажностью пород зоны аэрации. Учитывая наблюдающееся современное повышение температуры воздуха, наряду с увеличением мощности деятельного слоя криолитозоны, следует ожидать повышение его водоёмкости и обводненности за счет таяния текстурообразующего льда и активизации

процессов конденсации, что в целом будет способствовать увеличению доли надмерзлотных вод сезонноталого слоя в подземном питании рек Якутии.

В зимний период реки переходят на питание подземными водами преимущественно глубокой циркуляции. В связи с этим при изучении формирования зимнего стока рек важным является поиск мест субаквальной разгрузки меж- и подмерзлотных вод и участков поглощения поверхностного стока. Выявление подобных участков может проводиться только на основе постановки специализированных гидролого-гидрогеологических наблюдений. Так, в 1986–1990 гг. Якутской центральной поисково-съёмочной экспедицией были проведены гидролого-гидрогеологические работы в долинах рек Амги и Лены [7]. В результате этих исследований были выявлены достаточно протяженные (до 200–300 км) участки как поглощения поверхностного речного стока, так и мощной разгрузки подземных вод глубокой циркуляции (рис. 2). К сожалению, подобные гидролого-гидрогеологические исследования на реках Якутии были единичны в XX веке, а в наступившем столетии они не только не проводились, но даже пока не планируются.

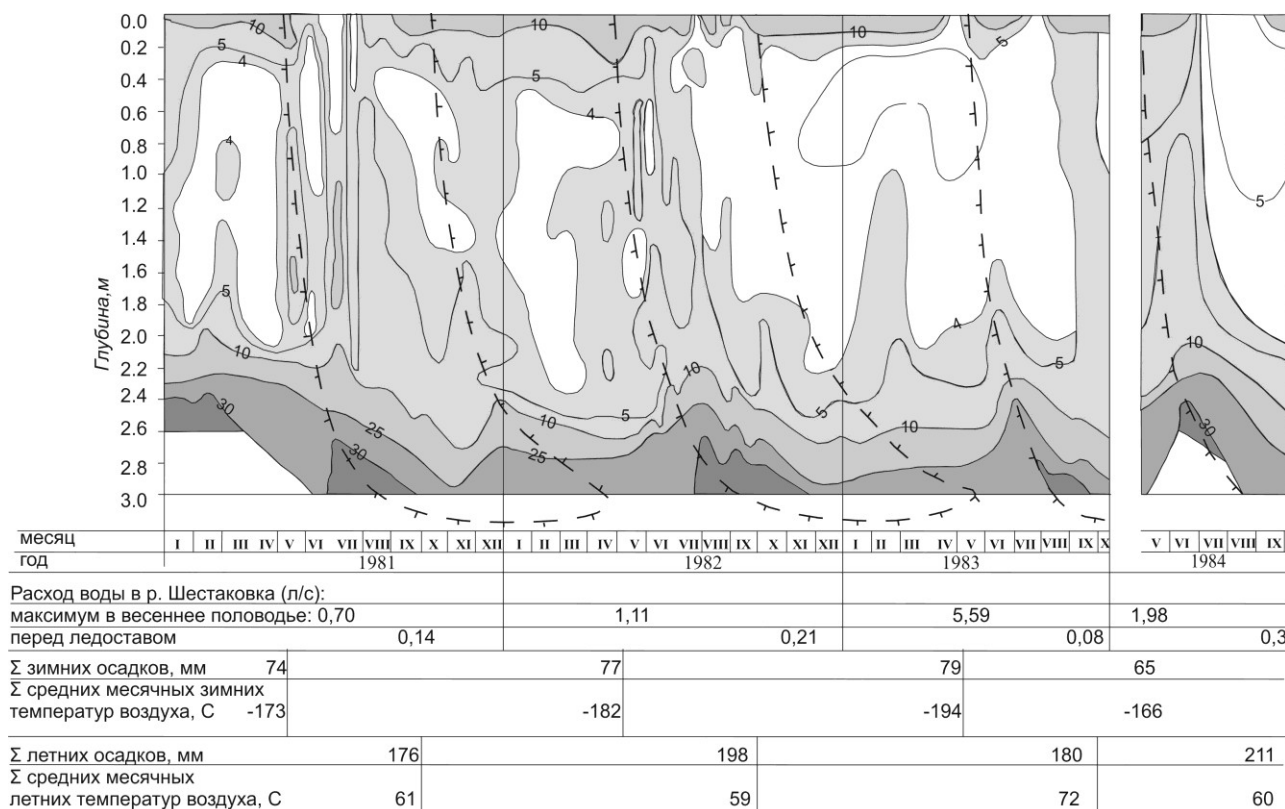


Рис. 2. Изменения расходов воды р. Амги, минерализации поверхностных и подземных вод на участке В. Амга (Буяга)–Амга [7].

Графики расходов воды р. Амги ($\text{м}^3/\text{с}$): 1 – в 1987 г. – цифра – приращение стока, $\text{м}^3/\text{с}$; 2 – в 1990 г. – цифры в числителе – изменение величины расхода между соседними створами, %; цифры в знаменателе – $\text{м}^3/\text{с}$.

Графики изменения минерализации (г/л): 3 – подземных вод (источников); 4 – поверхностных вод р. Амги

Это, безусловно, чрезвычайно затрудняет выяснение закономерностей и оценку масштабов взаимосвязи между поверхностными и подземными водами в речных бассейнах Якутии.

Одним из индикаторов разгрузки как надмерзлотных вод, так и подземных вод глубокой циркуляции (меж- и подмерзлотных) в реки являются наледы. Их формирование зависит от соотношения между сокращением пропускной способности русла рек и расходом зимнего межленного стока. Зимой малые реки существенно сокращают свое живое сечение или полностью перемерзают, а подземный сток либо проходит транзитом по подрусловым надмерзлотным таликам, либо концентрируется в наледях. В горных районах республики формирование наледей в долинах рек происходит в местах, где подземный подрусловой поток резко сужается, благодаря наличию водонепроницаемых выступов коренных пород (ригелей) или повышению кровли многолетнемерзлых пород, что барражирует подземный сток [5, 8, 9]. В такой системе развивается гидростатический напор, под действием которого подземные воды выходят по трещинам на поверхность и фиксируются зимой в наледях, формирующихся на поверхности речного льда.

Весной наледы могут выступать в роли ледяных плотин, препятствующих свободному прохождению паводковых вод. Высота таких ледяных дамб определяется температурой воздуха и расходом воды в подрусловых потоках. При разрушении наледей может произойти стремительный прорыв скопившейся воды, вплоть до катастрофических последствий для населенных пунктов, расположенных ниже по течению. Особенно возросла такая опасность в последние десятилетия, когда повсеместно в Якутии отмечается повышение средних годовых температур воздуха и степени увлажненности территории.

Для изучения процесса образования наледей, их режима роста и таяния необходимо проводить соответствующие гидрогеологические работы (дешифрирование аэро- и космоснимков, рекогносцировочные обследования и мониторинговые исследования). На крупных наледях требуется постановка комплексных исследований с изучением геотермического режима подземных вод и пород, гидрохимическим опробованием, метеорологическими и гидрологическими наблюдениями, геодезическими, геоботаническими и другими работами [10].

Особенности гидравлического взаимодействия поверхностных и подземных вод в речных бассейнах Якутии остаются практически не вы-

явленными. Известно, что на участках поглощения речного стока, особенно на малых реках, лед прочно примерзает ко дну и берегам. Поэтому весеннее половодье часто идет поверх льда до тех пор, пока лед не растает или не оторвется от берегов. На крупных реках поглощение речного стока вызывает сужение живого сечения реки. При большой мощности льда здесь не исключается возможность заторообразования и возникновения потенциально опасной ситуации для населенных пунктов.

Игнорирование изучения такого важного вопроса, как взаимодействие поверхностных вод с подземными, может существенно понизить точность прогнозов максимальных уровней воды на реках Якутии и недооценить угрозу наводнений.

Литература

1. Марков М.Л. Проблемы оценки естественных ресурсов подземных вод по гидрологическим данным в условиях изменения климата: мат-лы Межд. научной конф. «Ресурсы подземных вод: Современные проблемы изучения и использования». – М.: Изд-во «МАКС Пресс», 2010. – С. 94–98.
2. Аржакова С.К. Зимний сток рек криолитозоны России. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2001. – 209 с.
3. Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И. Подземный сток Восточной Сибири и его изменения в XXI веке // Недропользование XXI век. – 2010. – №6. – С. 72–77.
4. Павлова Н.А., Шепелёв В.В. О важности учета мерзлотно-гидрогеологической обстановки при изучении и прогнозировании катастрофических уровней на реках Якутии // Мат-лы VII Всерос. гидрологического съезда. – СПб., 2013 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.7hydro.ru/index.php/ru/agenda>.
5. Шепелёв В.В. Надмерзлотные воды криолитозоны. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 169 с.
6. Бойцов А.В. Условия формирования и режим подземных вод надмерзлотного и межмерзлотного стока в Центральной Якутии: автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2002. – 23 с.
7. Петченко М.В. Гидрометрический мониторинг по оценке разгрузки и возможного питания подмерзлотных вод в долинах рек Амги и Лены // Мониторинг подземных вод криолитозоны. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2002. – С. 115–123.
8. Толстихин О.Н. Наледи и подземные воды Северо-Востока России. – Новосибирск: Наука, 1974. – 163 с.
9. Шепелёв В.В. Родниковые воды Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1987. – 128 с.
10. Пигузова В.М., Шепелёв В.В. Методика изучения наледей. – Якутск: изд. ИМЗ СО АН СССР, 1975. – 63 с.

Поступила в редакцию 23.06.2014