

Санкт-Петербургский государственный университет

Сборник докладов
международной научной конференции
памяти выдающегося русского гидролога
Юрия Борисовича Виноградова

**ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ**

Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года

Под редакцией к. т. н. О. М. Макарьевой

Электронное текстовое издание

Санкт-Петербург
«Наукоемкие технологии»
2018

ISBN 978-5-6040965-7-4
© Макарьева О. М., 2018

Saint Petersburg State University

Proceedings
of the international scientific conference
in memory of outstanding Russian hydrologist
Yury Vinogradov

**THIRD VINOGRADOV CONFERENCE.
FACETS OF HYDROLOGY**

Saint Petersburg, March, 28-30 2018

Edited by Olga Makarieva

Saint Petersburg
2018

УДК 556.5
ББК 26.222
С 23

С 23 Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского гидролога Юрия Борисовича Виноградова «Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии» [Электронный ресурс]; Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года / под ред. О. М. Макарьевой. – СПб.: Научное издательство «Лань», 2018. – 982 с. URL: <http://publishing.intelgr.com/archive/hydrology-facets.pdf>.

ISBN 978-5-6040965-7-4

28–31 марта 2018 г. в Санкт-Петербургском государственном университете прошла Третья международная научно-практическая конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых «Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии», посвященная памяти выдающегося русского гидролога проф. Ю.Б. Виноградова.

Ю.Б. Виноградов являлся ведущим ученым России в области гидрологии. Он автор более 100 научных работ, в том числе нескольких основополагающих монографий по математическому моделированию гидрологических процессов, катастрофическим гидрологическим явлениям (прорывным паводкам и селевым потокам).

Программа конференции 2018 года состояла из шести научных секций:

1. На грани фазовых переходов, или гидрология холодных, высокогорных регионов и криолитозоны, а также снег, ледовые процессы и явления.
2. Новые грани гидрологии, или об использовании геоинформационных технологий, изотопных методов, данных дистанционного зондирования и других новейших методов исследований в решении задач гидрологии.
3. Многогранная гидрология, или результаты региональных исследований.
4. Грани гидроэкологии и водопользования.
5. За гранью катастроф.
6. На грани науки и практики, или прикладные гидрологические задачи и методы их решения.

УДК 556.5
ББК 26.222

© Макарьева О. М., 2018

ISBN 978-5-6040965-7-4

**Международная научная конференция
памяти выдающегося русского гидролога Ю. Б. Виноградова
«ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ»**

Организаторы Кафедра гидрологии суши, Институт наук о Земле,
Санкт-Петербургский государственный университет

Научная Группа модели Гидрограф

Председатель д.г.н., профессор В.В. Дмитриев,
Программного комитета Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский
государственный университет

Председатель к.т.н. О.М. Макарьева,
Организационного Научная группа модели Гидрограф,
комитета Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский
государственный университет

Спонсоры ООО «НПО «Гидротехпроект»,
Санкт-Петербург

АНО НИЦ «Геодинамика»
Южно-Сахалинск

Российский Фонд Фундаментальных
Исследований

Научное издание

**Сборник докладов
международной научной конференции
памяти выдающегося русского гидролога
Юрия Борисовича Виноградова
ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ**

Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года

Электронное текстовое издание

Редакция: к.т.н. О.М. Макарьева
Верстка: к.т.н. О.М. Макарьева
Оформление: Е. Иванова-Ефимова

Сборник разработан с помощью программного
обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 19.06.2018.
Объем издания – 29,8 Мб.
Гарнитура Pragmatica, Times, Arial, DaVinci

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<http://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: (812) 945-50-63

ISBN 978-5-6040965-7-4



9 785604 096574

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ВОДОТОКОВ К ИЗМЕНЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО РЕЖИМА	
ТИТОВА Ю. М., ПРИМАК Е. А., ЗУЕВА Н. В.	467
DEVELOPMENT OF AN INTEGRAL INDEX FOR ASSESSING THE WATERCOURSE STABILITY UNDER NATURAL CONDITIONS CHANGES	
ТИТОВА Ю. М., ПРИМАК Е. А., ЗУЕВА Н. В.	471
ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА СКОРОСТНОЙ РЕЖИМ РАЙОНА ПЕРЕМЕННОГО ПОДПОРА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	
ТОЛОЧКО Ю. А.	472
EFFECT OF WIND ON THE VELOCITY REGIME IN THE AREA VARIABLE BACKWATER OF THE KAMA RESERVOIR	
ТОЛОЧКО Ю. А.	476
МОНИТОРИНГ ТЕПЛОВЫХ СТОКОВ НА ВОДОСБОРАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	
ЧЕКМАРЕВА Е. А.	477
MONITORING OF THE IMPACT OF THERMAL EFFLUENTS IN THE CATCHMENT AREAS OF WATER BODIES	
ЧЕКМАРЕВА Е. А.	482
ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ЗАПОВЕДНИКА	
ШАРАПОВА Е. О., ЕФИМОВА Л. Е., ЛЬЮММЕНС Л., ЛОМОВ В. А.	483
HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH OF WATER OBJECTS IN KABARDINO- BALKARIAN HIGHLAND RESERVE	
ШАРАПОВА Е. О., ЕФИМОВА Л. Е., ЛЬЮММЕНС Л., ЛОМОВ В. А.	487
ПРОБЛЕМА ДОСТУПА К ЧИСТОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
ШЕСТАКОВА Е. Н.	488
THE PROBLEM OF ACCESS TO SAFE DRINKING WATER IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION	
ШЕСТАКОВА Е. Н.	492
ОЦЕНКА ИОННОГО СТОКА ПРИТОКОВ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДАННЫМИ НАБЛЮДЕНИЙ	
ЯКИМОВА А. И., СОКОЛОВ Д. И.	493
ION FLOW ASSESSMENT OF MOZHAYSK RESERVOIR'S TRIBUTARIES DEPENDENDING ON THE DETAILS OF ORIGINAL DATA	
ЯКИМОВА А. И., СОКОЛОВ Д. И.	498

Гидролого-гидрохимические исследования водных объектов Кабардино-балкарского высокогорного заповедника

Шарапова Е.О., Ефимова Л.Е., Льюмменс Л., Ломов В.А.

МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва

koshakosha97@gmail.com

Аннотация: Территория высокогорного Кабардино-Балкарского заповедника, включающая верховья бассейнов рек Чегем, Черек и их притоков, удалена от источников антропогенного влияния. Это дает возможность оценить фоновые гидрохимические показатели водных объектов, а также продвинуться в решении важной в научном и практическом отношении задачи – создании системы регионального мониторинга качества поверхностных вод.

Данные о химическом составе воды, полученные в ходе экспедиций 2017 г., позволили изучить особенности формирования химического состава воды рек на территории заповедника. Гидрохимический анализ включал в себя полевые измерения pH, электропроводности и мутности воды, определение концентраций главных ионов, биогенных элементов (Si и P), микроэлементов (Fe, Mn и Cu).

В процессе исследования решалась задача выявления генезиса вод в разных речных бассейнах. Наиболее информативными гидрохимическими показателями оказались электропроводность, мутность воды, содержание кремния. По совокупности значений этих характеристик удалось выделить несколько типов вод, отличающихся друг от друга преобладанием определенного типа питания: смешанные, ледниковые, грунтовые, и талые воды. Несмотря на то, что в воде большинства водных объектов преобладают гидрокарбонаты и ионы кальция, в разных речных бассейнах отмечены различия в составе главных ионов, содержании железа и марганца. Состав пород, слагающих водосбор, и глубина вреза водотока определяет изменения в химическом составе воды. Относительно повышенное содержание микроэлементов литогенного происхождения (Fe, Mn, SO₄) характерно для ряда притоков р.Черек Балкарский. Минерализация воды закономерно увеличивается вниз по течению небольшой реки р.Мижирги, притоки которой имеют одинаковый генезис. Для более крупных речных бассейнов Чегема и Череха четкая тенденция не выявляется, поскольку эти реки принимают притоки как подземного, так и ледникового генезиса. Водотоки могут менять свой генетический тип как по времени (в течении суток), так и в пространстве (при удалении от ледника река переходит от ледникового питания к смешанному).

Многодневные комплексные гидрометеорологические наблюдения на реках Безенги и Мижирги выявили характерные колебания в противофазе электропроводности и уровня воды в реке, обусловленные изменением ее водности при выпадении осадков и дневном таянии ледников в верховьях бассейна.

Ключевые слова: качество воды, параметризация, экологическое состояние, анализ чувствительности, загрязнение водных объектов

Введение

Реки высокогорной зоны Чегем, Черек, их притоки, играют важную роль в формировании гидролого-гидрохимического режима крупных рек Баксан и Терек. Исследование водных объектов, расположенных на территории удаленной от источников антропогенного воздействия, сохраняющих естественный гидрохимический фон, позволяет получить информацию необходимую при разработке региональных показателей качества воды. Отсутствие на территории заповедника постоянной сети наблюдений за

гидрохимическими и гидрологическими характеристиками водных объектов повышает значимость комплексных экспедиционных работ.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные, полученные в ходе комплексных работ, проводившихся на территории заповедника в июле и сентябре 2017 г. силами студентов и преподавателей кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ. Были изучены водные объекты в бассейнах рек Черек Балкарский, Черек Безенгийский, Чегем, Мижирги, Безенги, составлено их гидрографическое описание. Полевые исследования включали в себя определение pH, электропроводности и мутности воды, в которых после фильтрования и консервации было выполнено определение солевого состава, биогенных элементов (Si и P) и микроэлементов (Fe, Mn и Cu) (Комарова Н.В. и др, 2006; Руководство по химическому анализу, 2003).

Результаты и обсуждение

Гидрографическая сеть на территории заповедника очень разветвлена, она включает в себя как основные реки, так и их многочисленные притоки. Водный режим рек формируется главным образом под воздействием таяния ледников и высокогорных снегов. Значительную роль в питании рек играют подземные воды, а роль дождевых осадков невелика.

Исследованные реки можно отнести к типично горным. Химический состав вод бассейнов Черек Балкарский, Чегем, Черек Безенгийский, Мижирги в высокогорной части, где отсутствует антропогенное воздействие, формируется только под влиянием природных факторов. Это выщелачивание химических элементов из горных пород и почв и их поступление с атмосферными осадками и тальми ледниковыми водами. Разрушение горных пород, происходящее в результате многократного промерзания – оттаивания, приводит к поступлению химических элементов в воду. Одновременно с физическим выветриванием горных пород происходит их химическое выветривание, которое сводится к химическим реакциям окисления и гидролиза (Газаев Х.-М. и др, 2016).

Время проведения экспедиции совпало с периодом максимального стока рек, что обусловило минимальные величины минерализации воды, которая не превышала 200 мг/л и была в 1,5 – 2 раза меньше, чем наблюдаемая в зимнюю межень (Газаев Х.-М. и др, 2015).

Проведенные исследования позволили выявить генетические особенности вод в разных речных бассейнах. Наиболее информативными гидрохимическими показателями оказались электропроводность, мутность воды, содержание кремния. По совокупности значений этих характеристик удалось выделить несколько типов вод, отличающихся друг от друга преобладанием определенного типа питания: смешанные, ледниковые, грунтовые, и талые воды. Для водотоков, имеющих преимущественно подземное питание, характерны: электропроводность воды больше 40 мкСм/см, мутность – менее 200 NTU. Содержание кремния в них колеблется от 2 до 5 мг/л.

Выраженное ледниковое питание имеет около 25 % водотоков. Ледники и снежники в теплый период года питают огромное количество ручьев, размывающих тонкодисперсный материал моренных валов, горные породы и почвы. Их воды отличаются повышенной мутностью (достигающей 2500 и более NTU). Электропроводность воды, напротив, невысока – от 0 до 60 мкСм/см. Содержание кремния не превышает 1,6 мг/л.

Водотоки, сформировавшиеся непосредственно из талых вод и протекающие по поверхности ледника, но не имевшие контакта с моренным материалом, отличаются очень низкими величинами электропроводности (менее 10 мкСм/см) и мутности (менее 20 NTU). Содержание кремния в этой воде составляет 0.5-0.6 мг/л. Их отличие от ледниковых вод заключается в том, что их состав наиболее близок к атмосферным осадкам.

Смешанный тип вод характерен для более половины водотоков. В питании вод отсутствует выраженное преобладание подземного или ледникового питания. Электропроводность воды колеблется от 20 до 100 мкСм/см, ее мутность изменяется от 200 до 800 NTU.

Поверхностные воды в высокогорной части обследованных рек по классификации О.А. Алекина относятся к пресным и ультрапресным гидрокарбонатным кальциевым водам II типа. Содержание гидрокарбонатов в большинстве водных объектов превышает 30 %-экв/л, достигая 47%-экв/л в водах, имеющих подземное питание. Содержание кальция в среднем составляет 30-45 %-экв/л. Несмотря на схожий химический состав воды, в разных речных бассейнах отмечены различия в солевом составе главных ионов, содержании железа и марганца, обусловленные составом пород, слагающих водосбор (рис.1). Если среди катионов практически повсеместно преобладает ион кальция, то по анионному составу выделяются пробы с преобладанием сульфатов. Большая часть таких вод, отмечена в бассейне р. Черек-Балкарский. В водах этого бассейна наблюдается также повышенное (относительно вод других бассейнов) содержание марганца (38-45 мкг/л).

Воды с незначительным преобладанием сульфатов встречаются в бассейнах рек Безенги и Чегема, однако в среднем содержание сульфатов не превышает 15 %-экв/л. В водах, имеющих ледниковое или смешанное питание, отношение Alk/SO_4 может меняться как по времени (в течении суток), так и в пространстве (при удалении от ледника река переходит от ледникового питания к смешанному). Концентрация хлоридов очень мала, часто не больше 2 %-экв/л. Ион кальция имеет меньшую концентрацию, чем ион магния (15-17 %-экв/л), а относительное содержание калия и натрия не превышает 5 %-экв/л.

Минерализация воды закономерно увеличивается вниз по течению только в небольших реках (р.Мижирги), притоки которых имеют одинаковый генезис. Для более крупных речных бассейнов (Чегема и Череха) четкая тенденция не выявляется, поскольку эти реки принимают притоки как подземного, так и ледникового генезиса.

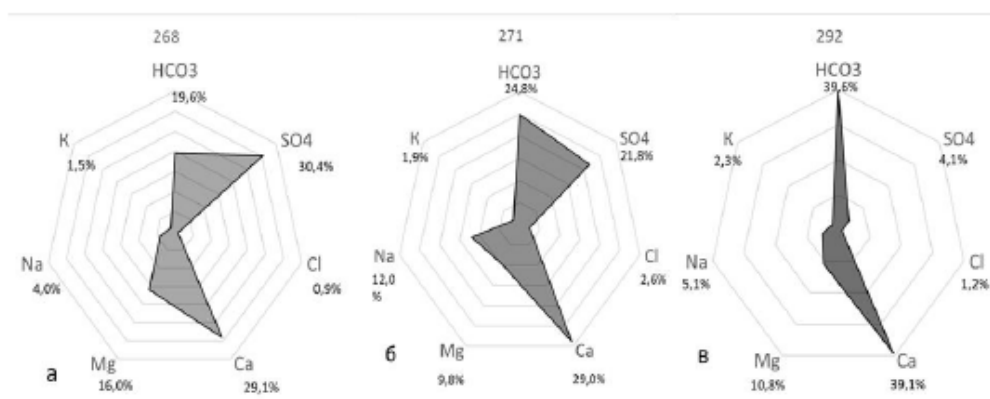


Рис. 1. Диаграммы солевого состава речных вод, имеющих разное питание (а) смешанное; б) ледниковое; в) подземное)

Многодневные комплексные наблюдения на реках Безенги и Мижирги выявили хорошо выраженный суточный ход температуры воздуха и чуть более сглаженный – воды, а также характерные колебания в противофазе электропроводности и мутности воды в реке, обусловленные изменением ее водности при дневном таянии ледников.

В речных водах горных районов большая часть микроэлементов мигрирует во взвешенном состоянии. Поэтому концентрации растворенных форм невелики.

Содержание железа в водах заповедника в среднем изменяется в диапазоне от 200 (при смешанном питании) до 800 мкг/л (при питании подземными водами). Содержание марганца в речной воде на порядок меньше, характеризуется меньшим диапазоном концентраций (23-45 мкг/л). Оба элемента имеют литогенное происхождение, а относительно повышенное содержание железа связано с поступлением подземных вод из более глубоких горизонтов. Содержание меди в водах заповедника в целом не превышает 4 мкг/л, причем минимальные концентрации характерны для водотоков с преобладающим подземным питанием (менее 1 мкг/л). Наибольшее содержание меди (10 мкг/л), отмечено в притоках Черка Балкарского, в воде которых отмечались и относительно повышенные концентрации сульфатов и марганца.

Выводы

1. Химический состав и минерализация воды водных объектов в высокогорной части горных рек можно считать фоновыми для данной территории.
2. Совместный анализ гидролого-гидрохимических показателей позволил выделить три основных генетических типа вод.
3. Водотоки могут менять свой генетический тип как по времени (в течении суток), так и в пространстве.

Лабораторные работы выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-17-00155).

Список литературы

Газаев Х.-М., Атабиева Ф.А., Кучменова И.И., Жинжакова Л.З. Пространственно-временная изменчивость показателей качества воды высокогорной реки Чегем // *Водное хозяйство России*, № 3 2016 г., с.73-77

Газаев Х.-М., Атабиева Ф.А., Кучменова И.И., Жинжакова Л.З. Гидролого-гидрохимические характеристики ледниковой реки Черек Балкарский // *Вода: химия и экология*, 2015 г., № 4, с.36-43

Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: ООО «Веда». 2006. 212 с.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового Океана. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 202 с.

Hydrological and hydrochemical research of water objects in Kabardino-Balkarian highland reserve

Sharapova E.O., Efimova L.E., Leummens L., Lomov V.A.

Moscow State University, Moscow

koshakosha97@gmail.com

Abstract: The area of Kabardino-Balkarian alpine reserve, including up-river territory of Chegem, Cherek and their tributaries basins, is located far from any sources of anthropological influence. Which is why we have a possibility to measure natural hydrochemical characteristics of water objects and as a result advance in researching both scientifically and practically important problem – creating of regional water quality monitoring system.

The water chemical composition data gathered from expeditions held in 2017 has helped to learn features of the processes of its formation inside the reserve area. Hydrochemical analysis included field measurement of pH, electrical conductivity and turbidity, and also further determination of main ion, biogenic (Si, P) and microelements (Fe, Mn, Cu) concentration.

The research was carried out in order to solve the problem of revealing the genesis of waters in different river basins. In this case the most informative hydrochemical indicators were electrical conductivity, turbidity of water, silicium amount. Values of all these characteristics combined make it possible to distinguish several types of water, differing from each other by the predominance of a certain type of nutrition: glacial, ground, melted and mixed waters. Despite the fact that most of the water bodies are dominated by hydrocarbonates and calcium ions, differences in the composition of the main ions, the content of ferrum and manganese, are noted in different river basins. The composition of the rocks that form the catchment area and the depth of the stream inflow determine the changes in the chemical composition of the water. The relatively high content of microelements of lithogenic origin (Fe, Mn, SO₄) is typical to some tributaries of the river Cherek Balkarsky. The mineralization of water naturally increases downstream the small river of the Migirgi River, whose tributaries share the same genesis. For the larger river basins of Chegem and Cherek, a clear trend is not evident, since these rivers take tributaries of both underground and glacial genesis. Streams can change their genetic type both in time (during the day) and in space (when moving away from the glacier the river passes from glacial nutrition to mixed one).

Multi-day complex hydrometeorological observations on the Bezengi and Mizhirgi rivers revealed fluctuations in the antiphase of electrical conductivity and water level in the river, caused by changes in its water content during precipitation and daytime melting of glaciers in the upper reaches of the basin.

Keywords: water quality, parametrization, ecological statement, sensitivity analysis, water pollution