

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД ДОЛИНЫ РЕКИ НИВЫ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А. А. Жабина, С. П. Пасмарнова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 7 сентября 2010 г.

Аннотация. Рассмотрены гидрогеологические условия долины среднего течения р. Нивы на территории Мурманской области. Изложены результаты анализа гидрохимического режима подземных вод водно-ледниковых отложений. Показано влияние атмосферных осадков на изменение химического состава ультрапресных грунтовых вод в многолетнем разрезе.

Ключевые слова: подземные воды, водоносный горизонт, химический состав, макрокомпоненты, качество подземных вод.

Abstract. Considered the hydrogeological conditions of mean flow of the valley river Niva in the Murmansk region. The results of the analysis of the hydrochemical regime of groundwater water-glacial deposits. Shown the influence of precipitation on the change of chemical composition of ultrafresh groundwater in the long-term aspect.

Key words: groundwater, aquifer, chemical composition, macro components, the quality of groundwater

Результаты поисково-оценочных работ для выявления источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кандалакша на территории Мурманской области показали, что данная задача может быть решена посредством вовлечения в эксплуатацию подземных вод, локализованных в четвертичных отложениях долины р. Нивы. В связи с этим авторы настоящей работы провели анализ гидрогеохимических условий долины среднего течения р. Нивы с целью определения пространственно-временных вариаций концентраций компонентов химического состава подземных вод продуктивного и гидравлически связанного с ним водоносных горизонтов.

Район исследований входит в состав Балтийского гидрогеологического бассейна, который характеризуется развитием поровых вод в четвертичных отложениях и трещинных вод кристаллических пород [1]. Все подземные воды принадлежат зоне свободного водообмена и формируются под влиянием дренирующего воздействия речной сети и климатических факторов.

Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков (429 мм/год) при малом их испарении (250 мм/год), что способствует формированию запасов подземных вод. Разгрузка подземных вод осуществляется в виде инфильтрации

в реки, озера и Кандалакшский залив Белого моря.

Вследствие отсутствия выдержанного водоупора между водоносными подразделениями четвертичных отложений и кристаллических пород подземные воды гидравлически взаимосвязаны, образуя единую гидродинамическую систему.

В верхней зоне водоносной системы четвертичных отложений долины среднего течения р. Нивы выделяются водоносные горизонты, имеющие ограниченное распространение в виде разбросанных участков, к которым относятся современный торфяно-болотный горизонт (bQ_{IV}) мощностью около 0,5 м и верхнечетвертично-современный морской горизонт (mQ_{III-IV}) мощностью от 0,7 до 4,2 м.

Первым от поверхности широко развитым горизонтом является водоносный ошашковский водно-ледниковый горизонт (f,lgQ_{III-os}). Водовмещающими породами являются валунно-гравийно-галечные отложения с песчаным разнозернистым заполнителем с прослоями супеси (рис. 1). Мощность горизонта колеблется от 5,1 до 18 м. Глубина залегания уровня изменяется от +1,02 до 7,0 м. Коэффициент фильтрации варьирует в пределах 1,34–20,8 м/сут. Питание смешанное и происходит как за счет инфильтрации атмосферных осадков, таяния снегов, так и за счет гидравлической связи с нижележащими водоносными горизонтами.

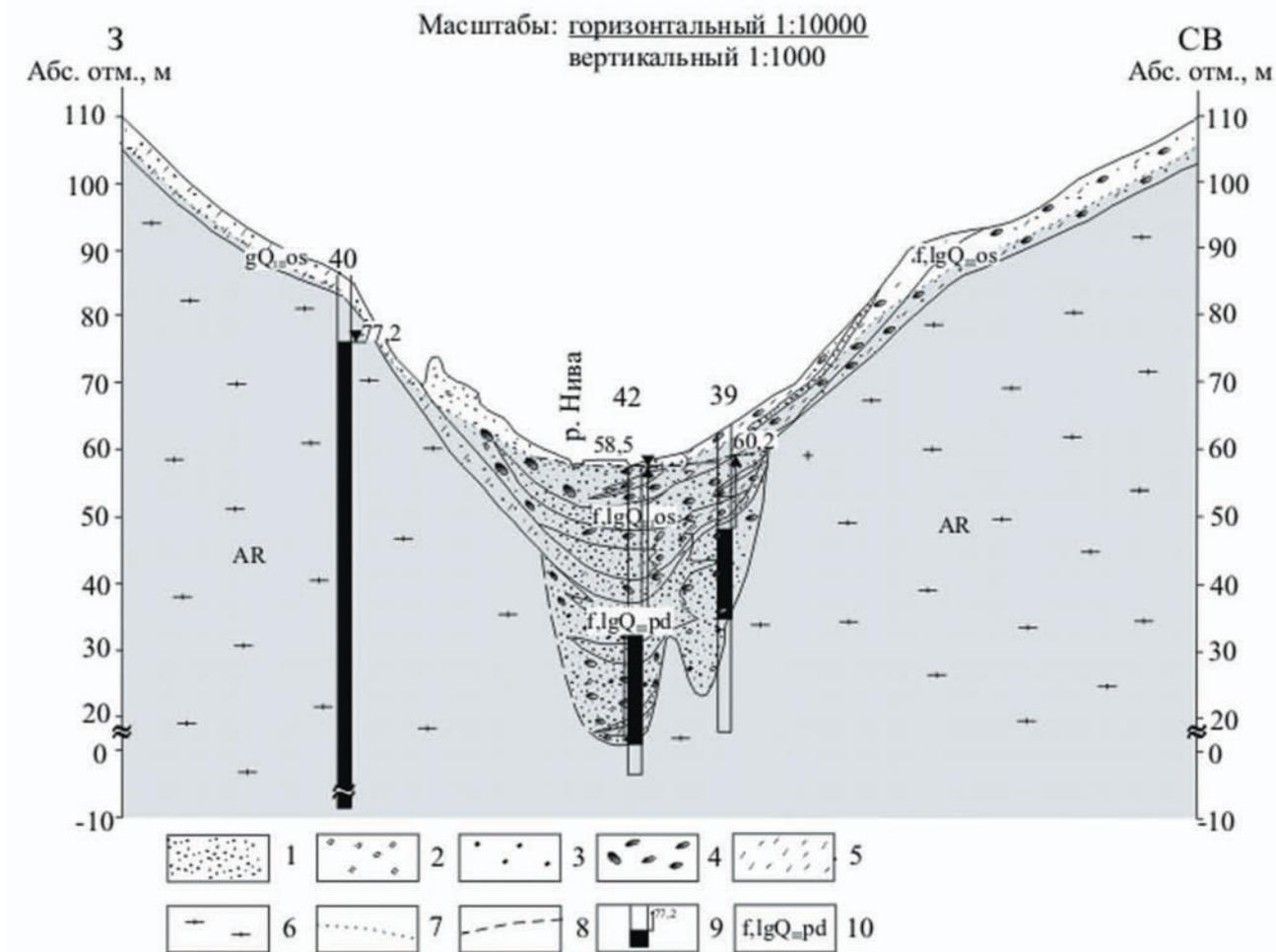


Рис. 1. Схематический гидрогеологический разрез долины среднего течения р. Нивы: 1 – пески; 2 – гравий; 3 – галька; 4 – валуны; 5 – супесь; 6 – кристаллические образования; 7 – уровень подземных вод ошашковского водно-ледникового горизонта; 8 – уровень подземных вод подпорожского водно-ледникового горизонта; 9 – скважина (цифра – абс. отм. установившегося уровня воды); 10 – индекс гидрогеологического подразделения

Залегающий ниже ошашковский ледниковый горизонт ($gQ_{III}os$) преимущественно слабодонасный. Литологический состав горизонта представлен валунно-гравийно-галечными отложениями с супесчаным заполнителем, коэффициент фильтрации которых составляет 0,02 м/сут. Мощность горизонта изменяется от 0,5 до 9,5 м. Горизонт играет существенную роль в балансе подземных вод, питая нижележащий продуктивный горизонт за счет литологических окон.

В нижней части разреза четвертичных отложений, заполняющих ложе долины р. Нивы, залегают водоносный подпорожский водно-ледниковый горизонт ($f.lgQ_{III}pd$). Горизонт развит узкой полосой (300–600 м) вдоль современного русла реки. Глубина залегания кровли водоносного подпорожского водно-ледникового горизонта изменяется от 7,0 до 22,0 м. Мощность горизонта колеблется от 7,3 до 28,1 м, достигая максимальной величины вбли-

зи современного русла р. Нива. Водовмещающими породами являются валунно-гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем. Дебиты скважин достигают 8,7–13,5 л/с, коэффициенты фильтрации составляют 19,5–30,8 м/сут.

Учитывая сравнительно высокие фильтрационные свойства и большую мощность, водоносный подпорожский водно-ледниковый горизонт оценивается как наиболее перспективный для использования его в качестве источника водоснабжения г. Кандалакши.

Водообильность и фильтрационные свойства архейского комплекса кристаллических пород (AR) на большей части территории исследований невысоки и определяются характером и степенью трещиноватости. Питание его осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и гидравлической связи с вышележащими водоносными горизонтами.

Формирование химического состава природных вод рассматриваемого района происходит в замкнутом пространстве, где область разгрузки и область питания близки, в результате чего поверхностные и подземные воды схожи по своему составу.

Поверхностные воды р. Нивы в районе исследований имеют преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый состав, весьма пресные (минерализация от 0,05 до 0,1 г/л), нейтральные (рН 6,2–7,8). Типовой состав поверхностных вод можно представить следующей формулой:

$$M_{(0,05-0,1)} \frac{HCO_3 47 SO_4 42}{Na 47 Mg 24 Ca 22}$$

Подземные воды четвертичных отложений по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные натриево-магниевый-кальциевый ультрапресные с минерализацией от 0,05 до 0,127 г/л. Низкая минерализация вод зоны свободного водообмена объясняется высокой выщелоченностью пород и мало отличается от минерализации речных вод, особенно в периоды паводков. Небольшая минерализация (0,06–0,146 г/л) также характерна для вод архейского комплекса кристаллических пород, где распространены сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый и магниевый-кальциевый гидрогеохимические типы. Значения водородного показателя свидетельствуют о формировании слабо кислой водной среды (рН – от 5,5 до 6,4) в кристаллических образованиях архея и нейтральной (рН – от 6,6 до 8,1) – в отложениях четвертичного возраста. Величина общей жесткости подземных вод рассматриваемого района изменяется от 0,22 до 2,92 ммоль/л, что диагностирует их как очень мягкие и мягкие.

Наблюдается довольно тесная связь между составом водовмещающих пород и химическим составом подземных вод. Катионный состав подземных вод изменяется в соответствии с процентным содержанием в породах окислов натрия, кальция и магния. В состав амфиболитов, слабогранитизированных гнейсов, развитых среди вулканогенно-осадочных пород района, входят преимущественно щелочноземельные металлы. Преобладающее значение при этом имеет кальций. Минералогический состав четвертичных отложений, выполненный на поисковой стадии (Калюкина С. А., 1998), указывает на преобладающее содержание в них кварца, полевого шпата, амфибола, пироксена, эпидота, граната, в состав большинства кото-

рых также входит кальций. В соответствии с этим подземные воды имеют преимущественно гидрокарбонатный кальциевый состав.

Для оценки изменчивости химического состава подземных вод авторы использовали результаты лабораторных исследований проб воды, отобранных за период с 1999 по 2007 г. по 20 скважинам.

Следует отметить, что наиболее полный ряд наблюдений в годовом разрезе представлен по скважине 19 для подпорожского водоносного водно-ледникового горизонта. По остальным скважинам пробы воды отбирались преимущественно в межледниковый период, в остальное время года отбор проб воды проводился эпизодически в связи с высоким положением уровня и промерзанием скважин в холодное время года.

Анализируя результаты режимных наблюдений, можно сделать вывод о том, что гидрохимический тип (гидрокарбонатный магниевый-кальциевый) подземных вод осташковского и подпорожского водоносных горизонтов остается стабильным во времени. При этом в отдельные временные периоды наблюдается заметное изменение концентраций макрокомпонентов. Так, в подземных водах осташковского водно-ледникового горизонта за период с мая по декабрь 2001 г. уменьшилось содержание гидрокарбонатов от 70 до 20 мг/л, магния от 4,1 до 3,3 мг/л и кальция от 16 до 3 мг/л. В то же время происходит увеличение концентрации натрия от 3,7 до 7,4 мг/л, хлора от 1,8 до 3,4 мг/л, сульфатов от 8,2 до 12,7 мг/л, минерализация за этот период уменьшается от 0,12 до 0,07 г/л (рис. 2).

В подземных водах подпорожского водно-ледникового горизонта в указанный выше временной период прослеживается тенденция повышения концентрации хлора от 3,8 до 4,1 мг/л и уменьшения содержания кальция от 14 до 2 мг/л (рис. 3). Содержание гидрокарбонатов не претерпевает значительных изменений и составляет около 81 мг/л, как натрия (10 мг/л) и калия (2,6 мг/л). Минерализация за этот период уменьшается от 0,13 до 0,11 г/л.

В связи с тем что изменение химического состава ультрапресных грунтовых вод тесно связано с атмосферными осадками [2; 3; 4], на исследуемой территории целесообразно рассмотреть динамику количества выпавших осадков и их химический состав. Атмосферные осадки исследуемого региона содержат несколько больше хлора (11,0 мг/л) и натрия (8,2 мг/л), чем подземные воды четвертичных водоносных горизонтов (содержание Cl⁻ составляет 1,8–3,4 мг/л; Na⁺ – 4,9–8,7 мг/л) и

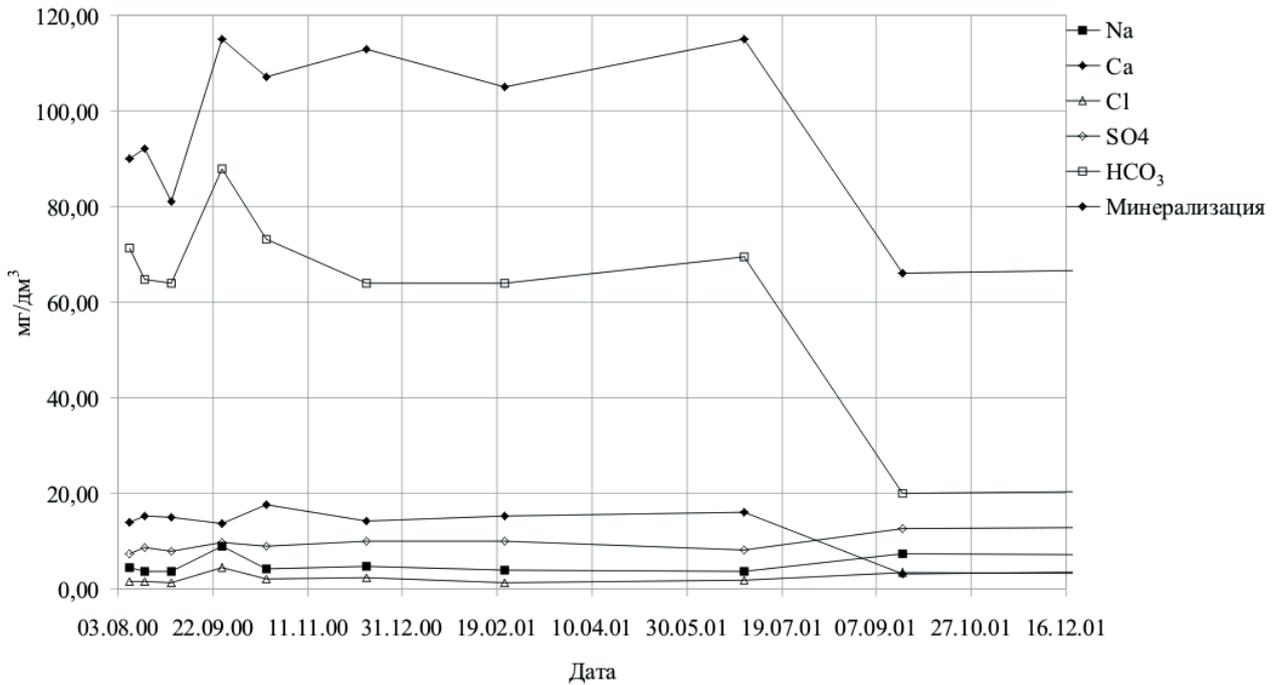


Рис. 2. График изменения химического состава подземных вод осташковского водно-ледникового горизонта

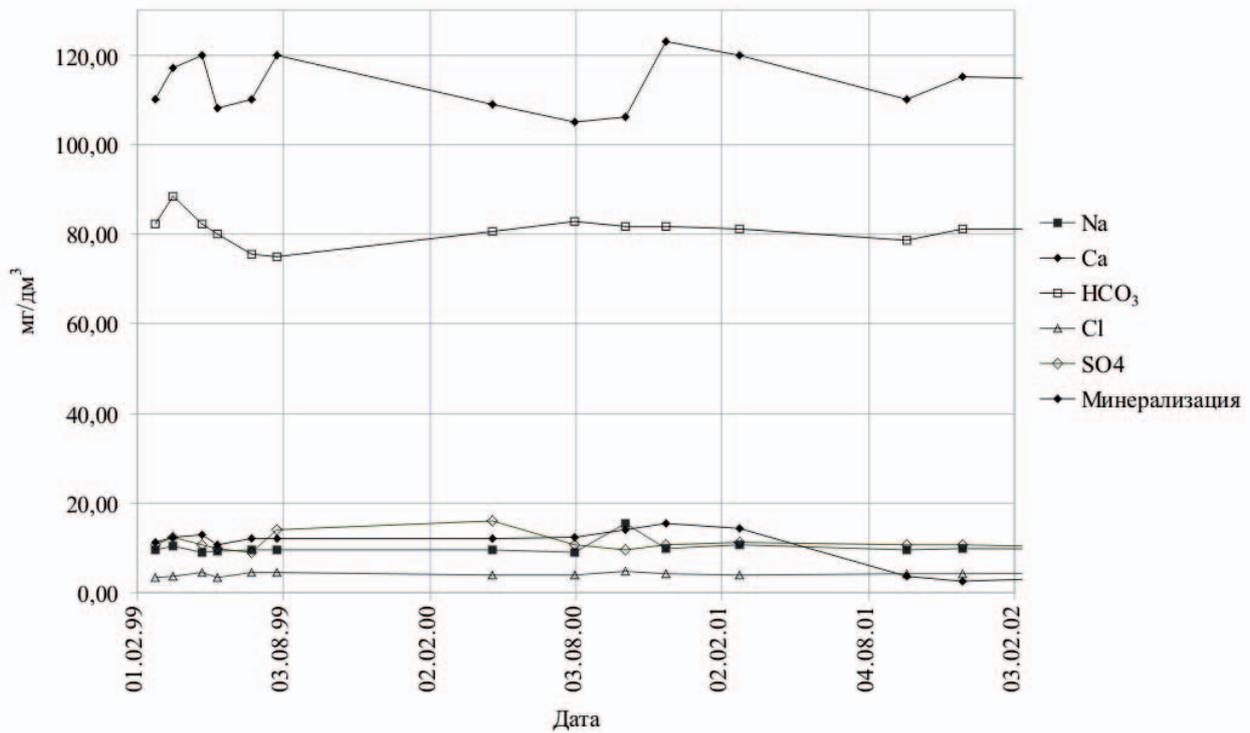


Рис. 3. График изменения химического состава подземных вод подпорожского водно-ледникового горизонта

гидравлически связанного с ними архейского водоносного комплекса ($Cl^- - 3,9$ мг/л; $Na^+ - 6,1$ мг/л); поэтому для хлора и натрия роль атмосферных осадков как источника их поступления в подземные воды наиболее существенна. Концентрация гидрокарбонатов в атмосферных осадках незначительна (6,2 мг/л), в подземных водах она

изменяется от 25,5 до 80,8 мг/л. Источниками остальных ионов в подземных водах, как было отмечено выше, являются преимущественно водовмещающие породы.

Анализируя данные о количестве выпавших атмосферных осадков за период с января 1999 г. по декабрь 2001 г., представленные на рис. 4, можно

отметить, что 2000 г. был многоводным (550 мм), причем большая часть выпавших осадков (60 %) приходится на вторую половину года.

Таким образом, сопоставив приведенные выше результаты исследований, учитывая слабое испарение (250 мм) на рассматриваемой территории, можно сделать вывод о том, что изменения химического состава подземных вод во времени обус-

ловлены прежде всего климатическими факторами, а именно количеством выпадающих осадков, их фазовой составляющей и периодами поступления в подземные воды. При этом следует отметить, что установленные изменения концентраций компонентов химического состава подземных вод не ухудшают их качество.

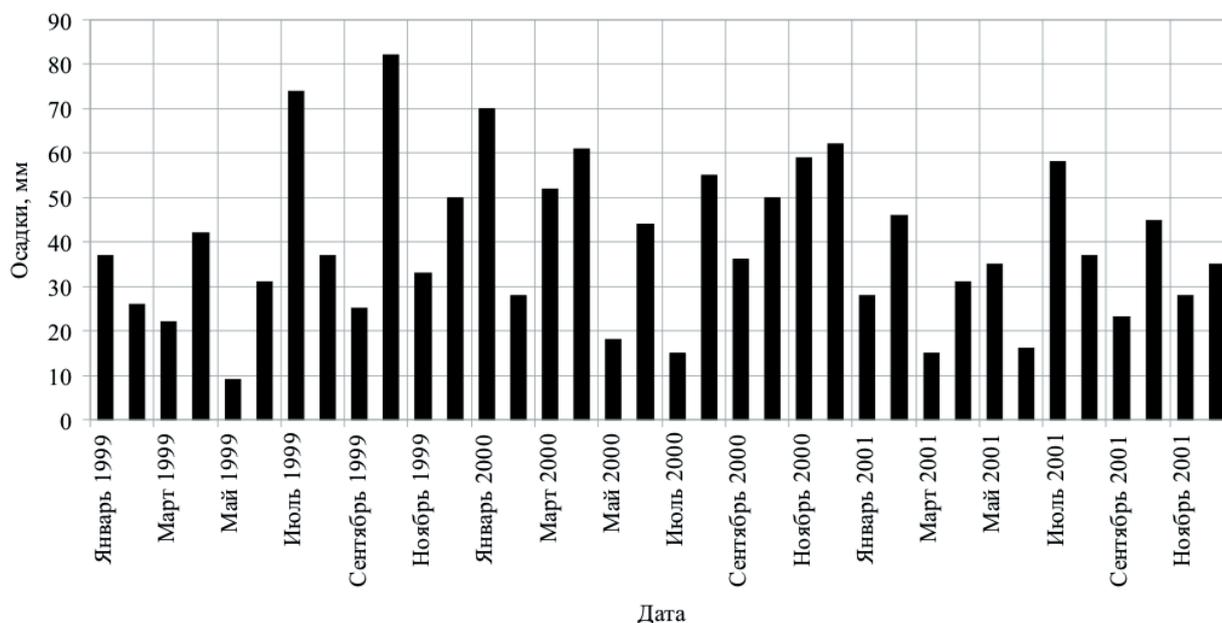


Рис. 4. Диаграмма распределения среднего месячного количества осадков

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрогеология СССР. Т. XXVII. Мурманская область и Карельская АССР. – М.: Недра, 1971. – 295 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Часть 1–6. Вып. 2, Мурманская обл. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 316 с.
3. Питьева К. Е. Пояснительная записка к карте районирования по условиям формирования химическо-

го состава грунтовых вод Нечерноземной зоны РСФСР. Масштаб 1 : 1 500 000 / К. Е. Питьева. – М., 1983. – 43 с.

4. Посохов Е. В. Формирование химического состава подземных вод / Е. В. Посохов. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 156 с.

Воронежский государственный университет
А. А. Жабина, магистрант геологического факультета
zhabina_anna@mail.ru

Voronezh State University
A. A. Zhabina, graduate of Geology faculty
zhabina_anna@mail.ru

С. П. Пасмарнова, кандидат географических наук, преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел. 8 (473) 220-89-80

S. P. Pasmarnova, Candidate of Geographic science, teacher of Chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
Tel. 8 (473) 220-89-80