

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. декана Геологического факультета**

**чл.-кор. РАН**

\_\_\_\_\_/И.Н. Еремин/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Подземные воды криолитозоны**

Автор-составитель: Булдович С.Н.

**Уровень высшего образования:**

***Бакалавриат***

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программа бакалавриата, реализуемая последовательно по схеме интегрированной подготовки*)

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цели и задачи дисциплины**

**Целью** курса «Подземные воды криолитозоны» является формирование у студентов современных представлений об основных особенностях и закономерностях формирования подземных вод мерзлой зоны литосферы.

**Задачи** - освоение студентами методов и подходов, используемых при проведении криогидрогеологических исследований;

- формирование представлений о современном состоянии теории гидрогеологии мерзлой зоны литосферы и ее положении и роли в системе наук о Земле;

- знакомство студентов с особенностями проявления мерзлотно-гидрогеологических процессов и явлений в различных геолого-географических обстановках в неоплейстоцене и голоцене;

- знакомство студентов с особенностями криогенного преобразования различных типов подземных вод в разных криогидрогеологических структурах.

**1. Место дисциплины в структуре ООП ВО** - профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 7.

## **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины:

- дисциплины общенаучной подготовки (Высшая математика, Физика, Химия);

- дисциплины обще-профессиональной подготовки (Общая геология)

- дисциплины профильной подготовки (Грунтоведение, Гидрогеология, Геокриология).

## **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки,

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественнонаучного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.

## **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** типы гидрогеологических и криогидрогеологических структур; стадии криогенеза подземных вод и особенности криогенного преобразования различных типов гидрогеологических структур; особенности проявления криогенеза для различных генетических типов подземных вод и вмещающих их пород; особенности состава, строения и условий образования подземных льдов, образующихся при промерзании подземных вод;

**уметь:** грамотно выбирать подходы и комплексы методов при проведении криогидрогеологических исследований; анализировать особенности состава и строения мерзлых толщ и подземных вод и делать обоснованные заключения об их происхождении, влиянии криогенного преобразования на подземные воды и строение толщ мерзлых пород.

**владеть:** методами изучения мерзлотно-гидрогеологических особенностей территории.

## **4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., в том числе **28** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**20** часов – занятия лекционного типа, **8** часов – занятия семинарского типа), **44** академических часов выделяются на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

## **6. Содержание дисциплины.**

### **Краткое содержание дисциплины «Подземные воды криолитозоны»**

Подземные воды криолитозоны являются результатом криогенеза литосферы и его эволюции в позднем кайнозое. Влияние криогенеза на подземные воды и вмещающие их горные породы многообразно и заключается в появлении и динамике криогенных водоупоров - мерзлых толщ пород. Они разобщают единые водоносные системы, локализуют питание, сток и разгрузку подземных вод в сезонно-талом слое, по таликам и подмерзлотным водоносным коллекторам. В курсе рассматривается влияние криогенеза на изменение вертикальной гидрохимической зональности. Особое внимание обращается на разгрузку подземных вод и формирование специфического криогенного явления - наледей, на закономерности процесса наледеобразования, его геологическую и гидрологическую роль, влияние на народнохозяйственную деятельность. В курсе рассматриваются зональные и высотно-поясные закономерности криогенного преобразования гидрогеологических структур в пределах платформ и горноскладчатых областей, влияние на них динамики климата и геологических событий. Рассматриваются связанные с этими изменениями особенности формирования природных ресурсов подземных вод, их естественной защищенности от загрязнения и истощения, специфика криогидрогеологических съемок, поисков и разведки этих вод, их рационального использования и охраны от загрязнения и истощения.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающихся, часы Формы текущего контроля
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Воздействие многолетнего промерзания пород на подземные воды		2	-	-	2	Подготовка к контрольному опросу, <b>15</b> часов
Раздел 2. Надмерзлотные воды СТС, Подземные воды таликов		4	-	-	4	
Раздел 3. Наледи подземных и поверхностных вод.		2	-	-	2	
Раздел 4. Основные особенности подземных вод криолитозоны		-		2	2	Контрольная работа
Раздел 5. Криогенное преобразование гидрогеологических структур при многолетнем промерзании пород		2		-	2	Подготовка к контрольному опросу, <b>15</b> часов
Раздел 6. Влияние многолетнего промерзания пород на подземные воды платформ и складчатых областей		4		-	4	
Раздел 7. Криогенное преобразование гидрогеологических структур		-		2	2	Контрольная работа
Раздел 8. Особенности гидрогеологических исследований в криолитозоне		2		-	2	Подготовка к контрольному опросу, <b>10</b> часов
Раздел 9. Использование пресных подземных вод. Охрана подземных вод в криолитозоне.		4		-	4	
Раздел 10. Использование подземных вод в		-		4	4	Контрольная работа

криолитозоне.										
Промежуточная аттестация - экзамен									4	
<b>Итого</b>	72	20			8			28	44	

## Содержание разделов дисциплины

### *1. Введение.*

Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Связь со смежными фундаментальными, геологическими, географическими, биолого-почвенными и профильными геокриологическими дисциплинами. Методологические основы учения о подземных водах криолитозоны.

### *2 Воздействие многолетнего промерзания пород на подземные воды*

Общие черты влияния многолетнего промерзания пород на подземные воды. Мерзлые породы как криогенные водоупоры, их свойства, региональные и зональные особенности, их влияние на гидрологическую и гидрогеологическую обстановки. Взаимодействие подземных вод и мерзлых толщ пород. Подразделение подземных вод по отношению к мерзлым толщам как криогенным водоупорам. Основные гидрохимические процессы при промерзании, охлаждении и протаивании земной коры. Промерзание пресных, солоноватых и соленых подземных вод различного химического состава. Криогенная метаморфизация подземных вод: концентрирование и опреснение. Геохимические особенности подземных льдов.

### *3. Надмерзлотные воды сезонноталого слоя (СТС)*

Общие черты надмерзлотных вод СТС. Местные особенности питания, стока, режима и разгрузки надмерзлотных вод СТС. Гидрохимические особенности вод СТС. Техногенные изменения вод СТС. Влияние вод СТС на инженерные сооружения и экологические условия.

### *4. Подземные воды таликов.*

Талики в криолитозоне и их происхождение. Классификации таликов. Роль таликов в гидрогеологии криолитозоны. Воды подрусовых и пойменных грунтово-фильтрационных таликов. Особенности питания вод глубокого подмерзлотного стока через инфильтрационные сквозные талики различных типов. Разгрузка вод через напорно-фильтрационные талики. Застойные воды надмерзлотных таликов. Способы защиты от загрязнения и истощения. Воздействие техногенеза на качество подземных вод таликов.

### *5. Наледи как характерная форма проявления подземных вод криолитозоны.*

Региональные и зональные особенности подземных вод. Наледи, их значение при мерзлотно-гидрогеологических исследованиях. Причины и условия образования наледей подземных вод. Классификация наледей по источникам подземных вод и их размерам, их характеристика. Влияние таликов на особенности разгрузки подземных вод и наледеобразование. Северный, умеренный и южный типы наледей. Режим формирования наледей. Сходство и различия режима наледеобразования различных зональных типов. Геологическая деятельность наледей. Многолетняя миграция наледей, причины и значения этого явления для гидрогеологической и инженерно-геологической практики. Наледи и речной сток. Метод оценки ресурсов подземных вод по наледам. Геохимическая роль наледеобразования. Техногенные наледи. Воздействие наледей на инженерные сооружения и противоналедные мероприятия.

*6. Криогенное преобразование гидрогеологических структур при многолетнем промерзании пород.*

Основные типы гидрогеологических структур и подходы к оценке степени их криогенного преобразования. Криогенное преобразование гидрогеологических массивов и адмассивов (ряд структур по степени их преобразования; примеры). Криогенные бассейны напорных трещинных вод и гипергенные бассейны. Криогенное преобразование артезианских бассейнов (ряд артезианских бассейнов по степени их преобразования; примеры). Криогенное преобразование бассейнов карстовых вод и вулканогенных супербассейнов. Гидрогеологические структуры арктического шельфа и их криогенные особенности.

*7. Влияние многолетнего промерзания и охлаждения пород на подземные воды гидрогеологических областей платформ.*

Общие сведения о строении гидрогеологических областей платформ (типы гидрогеологических структур, их соотношение, границы, особенности питания, стока и разгрузки подземных вод). Ведущая роль артезианских бассейнов, их возраст, гидрогеохимическая вертикальная зональность, геотермические условия. Зональные особенности изменения криогидрогеологических условий платформ, их влияние на грунтовые и артезианские воды. Основные особенности подмерзлотных, межмерзлотных и внутримерзлотных вод. Региональные особенности криогидрогеологических областей платформ (влияние возраста структуры, тектонического строения, новейших движений, исходной гидрохимической зональности на современные условия). Газовая зональность артезианских бассейнов и её эволюция при глубоком охлаждении литосферы. Зона стабильности гидратов природных газов. Гидродинамические и гидрохимические процессы при образовании и разрушении гидратов природных газов. Влияние истории и динамики геокриологических условий и природных событий на криогидрогеологические условия гидрогеологических областей платформ: влияние времени появления мерзлых толщ, их динамики, позднеплейстоценового термического минимума и голоценового оптимума, воздействие регрессий и трансгрессий моря, оледенений и других геологических событий. Особенности питания, стока и разгрузки подземных вод гидрогеологических структур областей платформ.

*8. Влияние многолетнего промерзания на подземные воды гидрогеологических складчатых областей.*

Общие сведения о гидрогеологических складчатых областях мерзлой зоны земной коры (возраст, строение, типы и соотношения криогидрогеологических структур в разных зональных и высотно-поясных условиях). Влияние динамики мерзлых толщ и природных событий на криогидрогеологические условия складчатых областей (времени появления и динамики мерзлых толщ пород в разных горных областях на появление зон криогенной дезинтеграции, их состояние в гидрогеологических массивах, воздействие новейших тектонических движений, оледенений, трансгрессий и регрессий моря на подземные воды глубокого стока). Питание, сток и разгрузка подземных вод в зависимости от зональности и вертикальной геокриологической поясности горных областей. Криогидрогеологическая поясность в гидрогеологических складчатых областях с активными новейшими движениями и сплошным распространением мерзлых толщ (особенности режима питания, стока и разгрузки подземных вод глубокого подмерзлотного стока; «наледные пояса»).

*9. Особенности гидрогеологических исследований в криолитозоне.*

Основные специальные требования к гидрогеологическим исследованиям в криолитозоне. Особенности полевых методов изучения подземных вод при криогидрогеологической съемке. Особенности исследований при разведке месторождений полезных ископаемых. Использование геокриологического прогноза для оценки изменений гидрогеологических условий при хозяйственном освоении.

*10. Использование пресных подземных вод для водоснабжения в криолитозоне.*

Районирование криолитозоны по перспективности использования подземных вод для водоснабжения. Поиски и разведка пресных вод для целей водоснабжения (поисковые признаки подземных вод; мелкомасштабная мерзлотно-гидрогеологическая съемка и её использование для поисков и месторождений подземных вод; подход к типизации месторождений подземных вод в криолитозоне; принципы разведки и оценки запасов месторождений подземных вод). Особенности эксплуатации пресных подземных вод. Искусственное восполнение запасов и магазинирование подземных вод.

*11. Принципы организации охраны подземных вод от истощения и загрязнения в криолитозоне.*

Особенности гидрогеологии мерзлой зоны литосферы с позиции охраны подземных вод от истощения и загрязнения. Источники загрязнения природных вод и причины истощения подземных вод при инженерно-хозяйственной деятельности. Понятие о естественной защищенности подземных вод в криогидрогеологических структурах.



Принципы планирования, разработки и проведения водоохранных мероприятий в криогидрогеологических структурах платформ и горно-складчатых областей. Водоохранные мероприятия на месторождениях подземных вод в криолитозоне.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется путем проведения трех контрольных работ: по разделам 1-5, 6-8 и по разделам 9-10. Основной завершающей формой контроля является экзамен в седьмом семестре.

#### *Вопросы к контрольной работе по разделам 1-4.*

1. Подразделение подземных вод по отношению к многолетнемерзлым толщам.
2. Надмерзлотные воды сезонно-талого слоя.
3. Основные черты воздействия многолетнего промерзания на подземные воды.
4. Особенности гидрогеохимических процессов при промерзании и охлаждении земной коры.
5. Гидрогеохимические особенности надмерзлотных вод СТС.
6. Талики – понятия и термины. Классификация таликов.
7. Причины и условия образования наледей.
8. Режим формирования наледей.
9. Геологическая деятельность наледей.
10. Влияние наледей на гидрологический режим рек.

#### *Вопросы к контрольной работе по разделам 6-8.*

1. Криогенное преобразование артезианских бассейнов и адбассейнов.
2. Зональные и региональные особенности преобразования гидрогеологических условий платформ.
3. Криогенное преобразование вулканогенных бассейнов и бассейнов карстовых вод.
4. Зональные и высотно-поясные особенности преобразования гидрогеологических условий горноскладчатых областей.
5. Региональные особенности преобразования гидрогеологических условий горноскладчатых областей.
6. Особенности питания, стока и разгрузки подземных вод в горноскладчатых областях с активной новейшей тектоникой.

#### *Вопросы к контрольной работе по разделам 8-10.*

1. Оценка естественных ресурсов подземных вод по наледам.
2. Принципы охраны подземных вод в криолитозоне.
3. Искусственное восполнение запасов подземных вод в криогидрогеологических структурах.

### **7.2. Вопросы к экзамену по курсу «Подземные воды криолитозоны»**

1. Основные черты воздействия многолетнего промерзания пород на подземные воды.
2. Подразделение подземных вод по отношению к многолетнемерзлым толщам.
3. Надмерзлотные воды сезонно-талого слоя.
4. Особенности гидрогеохимических процессов при промерзании и охлаждении земной коры.
5. Гидрогеохимические особенности надмерзлотных вод сезонно-талого слоя.
6. Талики - понятия и термины. Классификация таликов.

7. Особенности разгрузки подземных вод в криолитозоне.
8. Причины и условия образования наледей. Режим формирования наледей.
9. Геологическая деятельность наледей.
10. Многолетняя миграция наледей. Причины и результаты.
11. Оценка естественных ресурсов подземных вод по наледям.
12. Наледи и талики.
13. Криогенное преобразование гидрогеологических массивов и адмассивов при многолетнем промерзании пород.
14. Влияние наледей на гидрологический режим рек.
15. Криогенное преобразование вулканогенных бассейнов и бассейнов карстовых вод.
16. Криогенное преобразование артезианских бассейнов и адбассейнов.
17. Зональные и региональные особенности преобразования гидрогеологических условий платформ.
18. Зональные, высотно-поясные и региональные особенности преобразования гидрогеологических условий горноскладчатых областей.
19. Особенности питания, стока и разгрузки подземных вод в горно-складчатых областях с активной новейшей тектоникой.
20. Искусственное восполнение запасов подземных вод в криогидрогеологических структурах.
21. Принципы охраны подземных вод в криолитозоне.
22. Влияние динамики криолитозоны и природных событий на мезлотно-гидрогеологические условия артезианских областей.

#### **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: типов криогидрогеологических структур; стадии криогенеза подземных вод и особенности криогенного преобразования различных типов гидрогеологических структур; особенности проявления криогенеза для различных генетических типов подземных вод	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: грамотно выбирать подходы и комплексы методов при проведении криогидрогеологии	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы непринципиального характера	Успешное умение

ческих исследований; анализировать особенности состава и строения мерзлых толщ и подземных вод и делать обоснованные заключения об их происхождении, влиянии криогенного преобразования на подземные воды				
Владения: методами изучения мерзлотно-гидрогеологических особенностей территории	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Владение методами, использование их для решения поставленных задач.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. М.: Издательство Моск. университета, 1983.

#### - дополнительная литература

1. Мерзлотно-гидрогеологические условия Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984.
2. Основы гидрогеологии. Использование и охрана подземных вод. Новосибирск. Наука, 1983.
3. Романовский Н.Н., Афанасенко В.Е., Волкова В.П. Естественная защищенность подземных вод в криогидрогеологических структурах. Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1985.
4. Толстихин О.Н. Наледи и подземные воды Северо-Востока СССР. Новосибирск: Наука, 1978.
5. Подземные воды Центральной Якутии и перспективы их использования. Под редакцией Н.П. Анисимовой. Новосибирск: изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003.
6. Фотиев С.М. Геотермические особенности криогенной области СССР. М.: Наука, 1978.
7. Фотиев С.М. Криогенный метаморфизм пород и подземных вод (условия и результаты). Новосибирск: изд-во «Гео», 2009.

### Б) Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Подземные воды криолитозоны» используются: специализированная мультимедийная аудитория с персональными компьютерами, мультимедийным проектором и интерактивной доской, настенные карты, проектор с экраном, библиотека Геологического факультета МГУ.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель** – Булдович С.Н.

**11. Автор программы** – Булдович С.Н.