



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

  
В.В. Середин  
д.г.м.наук, профессор кафедры ГНГ

« 11 » « мая » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Мерзлотоведение»**

<b>Научная специальность</b>	1.6.7 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение	
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение	
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Геология нефти и газа (ГНГ)	
<b>Форма обучения</b>	Очная	
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 4</b>	
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>		
Экзамен: -	Зачет: 4	Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Мерзлотоведение» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области геокриологических исследований.

### **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Мерзлотоведение» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- особенности, генезис и эволюция толщ мерзлых пород;
- закономерности распространения многолетнемерзлых пород, происходящие в них процессы и явления;
- особенности инженерных изысканий в связи с прогнозом мерзлотных условий;
- принципы и методы обеспечения устойчивости инженерных сооружений в криолитозоне.

### **Уметь:**

- анализировать, разрабатывать и создавать инновационные технологии для решения геокриологических задач;
- выполнять инженерно-геологические и гидрогеологические исследования в криолитозоне;
- рассчитывать естественные основания сооружений;
- изучать инженерно-криологические условия территории в естественной обстановке и прогнозировать изменения их в процессе освоения.

### Владеть:

- навыками системного анализа разноплановой инженерно-геологической информации;
- навыками разработки и создания инновационных технологий для решения задач связанных с изучением и прогнозом геокриологических условий.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Региональные особенности, генезис и эволюция толщ мерзлых пород  
(Л – нет ; ПР - нет; СР – 17)

Тема 1. Термодинамические и климатические условия формирования толщ мёрзлых пород.

Тема 2. Состав, строение и свойства мёрзлых пород.

Ключевые слова по разделам: криолитогенез, строение криолитозоны, состав, строение и свойства многолетнемерзлых грунтов, криогенные геологические процессы

Раздел 2. Геокриологические исследования в связи с прогнозом мерзлотных условий  
(Л – нет ; ПР - 16 ; СР – 34)

Тема 3. Физические, физико-механические и теплофизические характеристики мерзлых грунтов

Тема 4. Обеспечение устойчивости инженерных сооружений в криолитозоне

Ключевые слова по разделам: принципы использования мерзлых грунтов в качестве оснований, расчеты по деформациям и несущей способности в мерзлых грунтах, геокриологический прогноз.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	4	Прогноз протекания осадков во времени при оттаивании мерзлых грунтов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

2	4	Расчет многолетнемерзлых оснований по несущей способности	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
---	---	---	---------------------------------------	---

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Принципы и методы региональных геокриологических исследований	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	3	Теплофизические свойства грунтов и основание закономерности переноса тепла в толщах грунтов	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	4	Рациональное использование мерзлых пород и охрана природной среды при освоении криолитозоны	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

#### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Мерзлотоведение» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

#### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

##### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Ананьев В.П. Специальная инженерная геология: учебник / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов, Н.А. Филькин. – М.: Высш. шк., 2008. – 263 с.	4

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	<i>Мерзлотоведение. Краткий курс: учебник для вузов / под ред. В.А. Кудрявцева. – М.: изд-во МГУ, 1981. – 240 с.</i>	51
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	<i>Ананьев В.П. Инженерная геология: учебник для вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – 6-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2009. – 575 с.</i>	96
2	<i>Ершов Э.Д. Общая геокриология. Учебник – М.: МГУ, 2002 – 682 с.</i>	2
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	<i>Инженерные изыскания</i>	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2	<i>ГеоРиск</i>	Научная электронная библиотека (НЭБ)
3	<i>Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология</i>	Научная электронная библиотека (НЭБ)
4	<i>Уральский геологический журнал</i>	Научная электронная библиотека (НЭБ)
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	<i>СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88</i>	ИСС Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	<i>Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. N 2395-1 "О недрах"</i>	Консультант Плюс
2	<i>"Градостроительный кодекс Российской Федерации"и – ФЗ № 190 от 29.12.2004 (с ред. от 31.12.2017).</i>	Консультант Плюс

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Справочная Правовая Система Консультант Плюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	30	Оперативное управление	302
2	Капилляриметр В32-32	1	Собственность	310а
3	Порозиметр-переомерт АР-608	1	Собственность	310а

### 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

#### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

##### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

##### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 5.

Таблица 5

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.

<i>Незачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.
------------------	---

• **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 6.

Таблица 6

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

**Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл.

7.

Таблица 7

**Шкала оценивания результатов освоения на зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.  Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на

Оценка	Критерии оценивания
	<p>дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение и применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

### 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций

### 10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 1.6.7 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

#### Типовые творческие задания:

1. Теплофизические свойства грунтов и основание закономерности переноса тепла в толщах грунтов;
2. Прогноз протекания осадок во времени при оттаивании мерзлых грунтов;
3. Расчет многолетнемерзлых оснований по несущей способности.

#### Типовые контрольные задания для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Теплопередача и температурное поле в горных породах
2. Замерзание (кристаллизация) воды в горных породах.
3. Наиболее крупные оледенения в геологической истории Земли
4. Особенности органо-минерального и химического состава мерзлых пород.
5. Теплопередача и температурное поле в горных породах
6. Замерзание (кристаллизация) воды в горных породах.
7. Незамерзшая вода и лед в горных породах.



8. Теплофизические, физико-химические и механические процессы в промерзающих, мёрзлых и протаивающих породах
9. Сублимация и десублимация влаги в мерзлых породах
10. Природа и механизм миграции влаги в дисперсных породах
11. Влагоперенос и льдовыделение в мерзлых породах
12. Влагоперенос в мерзлых породах при их взаимодействии с воздушной средой
13. Особенности влагопереноса и льдообразования в мерзлых породах под действием градиента механических напряжений, электрического поля и других внешних сил.
14. Миграция влаги и льдообразование в мерзлых породах под действием градиента электрического поля.
15. Влагоперенос и льдовыделение в мерзлых породах под действием осмотических сил (в безградиентном температурном поле)
16. Химические реакции и процессы в промерзающих и протаивающих породах  
Физико-химические и механические процессы в промерзающих и протаивающих породах

**Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Обработка термометрических наблюдений при геокриологических исследованиях
2. Глубина заложения фундамента. Определение нормативной глубины сезонного оттаивания и промерзания
3. Определение расчетной температуры многолетнемерзлой породы под различными сооружениями
4. Расчет чаши оттаивания под зданием
5. Расчет ореола оттаивания вокруг подземного трубопровода
6. Расчет ореола оттаивания многолетнемерзлых пород вокруг вертикальной горной выработки

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ГНГ».

Пример типовой формы экзаменационного билета

**Программа**

Инженерная геология, мерзлотоведение и  
грунтоведение

**Кафедра**

Геология нефти и газа

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГАОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

«Мерзлотоведение»

**БИЛЕТ № 1**

1. Закономерности формирования и развития толщ мерзлых пород и сезонного промерзания и протаивания. Энергетический баланс Земли (*контроль знаний*)
2. Расчет ореола оттаивания вокруг подземного трубопровода (*контроль умений*)
3. Обработка термометрических наблюдений при геокриологических исследованиях (*контроль умений и владений*)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Галкин В.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ г.

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		