

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Пермский федеральный исследовательский центр**  
**Уральского отделения**  
**Российской академии наук**

Принято на заседании  
Объединенного ученого совета  
ПФИЦ УрО РАН  
Протокол № 6  
«02» сентября 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ  
АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**  
(наименование дисциплины по учебному плану)

**Для специальностей:**

2.8.6.- Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика  
(код и наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ Очная

**Курс:** 4      **Семестр(ы):** 8

**Трудоёмкость:**

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

**Виды контроля:**

Экзамен: 1      Диф.зачёт: -нет      Курсовой проект: - нет      Курсовая работа: - нет

**Пермь 2022**

**Учебно-методический комплекс дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработан на основании:**

- Приказа Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021г. №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)»;
- Рабочего учебного плана очной формы обучения по специальности «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», программы аспирантуры (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного протоколом №3 заседания Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН от «18» марта 2022 г.;
- Положения о порядке разработки и утверждения программ аспирантуры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН) принятого на заседании Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН, протокол № 3 от 18.03.2022.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами научно-исследовательской практики и научно-исследовательской деятельности аспирантов.

Разработчики:



к.т.н., с.н.с. лаб. ФПОГ Паньков И.Л.

д.т.н., зав. лаб.РГП Зайцев А.В.

## **Общие положения**

**1.1. Цель учебной дисциплины** - формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний истоков и закономерностей формирования и развития геомеханических процессов и явлений в различных сферах недропользования, способствующих подготовке диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук.

**1.2. Задачи учебной дисциплины:**

**Задачи дисциплины в области геомеханики:**

- сформировать у аспиранта представление об истоках и закономерностях развития геомеханических процессов в различных сферах недропользования, в том числе при открытом и подземном способах разработки месторождений твердых полезных ископаемых, углеводородов, а также перемещении их к потребителю с учетом горно-геологических условий залегания месторождений;
- познакомить с тенденциями развития теории и практики геомеханики на мировом уровне;
- обозначить проблемы геомеханики, которые необходимо решать в ближайшей перспективе;
- научить аспиранта принятию конкретных технических решений в области подземной геотехнологии на основании полученных знаний.

**Задачи дисциплины в области разрушения горных пород:**

- сформировать у аспиранта современное представление о процессах разрушения горных пород при различных геотехнологиях недропользования как разделе горной науки, изучающей горно-геологические условия залегания месторождений, планирование и проектирование горных работ;
- информировать о приоритетных направлениях науки, техники и технологии в области разрушения горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых;
- познакомить с принципами создания ресурсосберегающих технологий разрушения горных пород при разработке месторождений;
- сформировать практические навыки принятия конкретных научно-технических решений, способствующих повышению эффективности разработки месторождений полезных ископаемых.

**Задачи дисциплины в области рудничной аэрогазодинамики:**

- изучить основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;
- ознакомить с режимами движения воздуха в шахтах и природой аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляции;
- овладеть методами и средствами проветривания карьеров.

**Задачи дисциплины в области горной теплофизики:**

- изучить основы термодинамики горных пород, термодинамических параметров земной коры, теплового режима в подземных выработках;
- ознакомить с режимами промерзания, оттаивания и термического разрушения горных пород;
- овладеть скважинными геотехнологиями добычи полезных ископаемых на основе теплофизики термическими процессами подготовки сырья.

### **1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» является частью образовательного компонента и обязательной дисциплиной при освоении программ аспирантуры, направленной на сдачу кандидатского экзамена.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

**Знать:**

- основные тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- методы исследования и решения задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- геомеханические процессы, происходящие в массивах горных пород при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;
- физическую сущность и параметры разрушения разрабатываемых горных пород и перемещения горной массы;
- основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;
- геомеханику и природу опасных по динамическим явлениям для разработки методов прогнозирования и предупреждения геодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых;
- газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики;
- основные законы термодинамики и требования к тепловому режиму в горных выработках;
- нормативные документы, регламентирующие ведение горных работ в условиях влияния различных геомеханических факторов.

**Уметь:**

- выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов горного производства, анализировать и оформлять полученные результаты;
- моделировать на ЭВМ геомеханические и аэрогазодинамические процессы при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;
- проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики;
- выполнять анализ и типизацию горно-геологических условий месторождений полезных ископаемых;
- решать задачи о деформации и разрушении горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых;
- прогнозировать горно-геологические явления и процессы;
- разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов;
- анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов;
- рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений;
- обосновывать методы прогнозирования и предупреждения геодинамических процессов.

**Владеть:**

- научным, инженерным и организационным потенциалом для решения задач горного производства и реализации технического регламента процессов добычи и переработки полезных ископаемых на основе знания их физической сущности;
- навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно-деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых;
- навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;
- методами контроля за напряженно-деформированным состоянием массива горных пород в области влияния горных работ;
- навыками расчета параметров разрушения горных пород с целью рационального освоения георесурсного потенциала недр;
- методологией прогнозирования, управления и предупреждения геодинамических процессов;
- методами и средствами контроля состава рудничной атмосферы;
- методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха.

**1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

закономерности развития геомеханических процессов, процессы разрушения горных пород при различных геотехнологиях недропользования, основные законы аэростатики и аэродинамики, основы термодинамики горных пород.

**2. Результат освоения учебной дисциплины**

- сдача кандидатского экзамена по дисциплине «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

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

Таблица 1 - Объём и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>33</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	18
Семинары (С)	6
Исследовательские лабораторные занятия (ИЛЗ)	9
<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>18</b>
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>55</b>
Итоговая аттестация по дисциплине: <i>Кандидатский экзамен</i>	2
<b>Всего:</b>	<b>108</b>

#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Модульный тематический план

Таблица 2 - Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч	
			аудиторная работа					итого вая аттестация	самостоятельная работа		
			Всего	ЛЗ	С	ИЛЗ	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	1		2			2		4	8	
		2		2			2		4	8	
		3		2		3	2		7	14	
	2	4		2	2		2		8	14	
		5		2			2		4	8	
		6		2		3	2		7	14	
	3	7		2	2		2		8	14	
		8		2			2		4	8	
		9		2	2	3	2		9	18	
<b>Итого по модулю:</b>			<b>18</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>106</b>		
<b>Итоговая аттестация</b>								<b>2</b>		<b>2</b>	
<b>Всего:</b>			<b>18</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>108</b>		

ЛЗ – Лекционные занятия;

С – Семинары;

ИЛЗ – Исследовательские лабораторные занятия;

КСР – Контроль самостоятельной работы.

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

Таблица 3 - Тематика лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Основные представления о геомеханике как науке о механических процессах и явлениях в земной коре	2
	2	Понятия о массивах горных пород	2
	3	Начальные поля напряжений в массивах горных пород	2
2	4	Современные представления о разрушении горных пород взрывом	2
	5	Разрушение горных пород при бурении шпуров, скважин и комбайновой проходке горных выработок	2
	6	Разрушение целиков в шахтах	2
3	7	Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов; Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере	2

	8	Вентиляция шахт и рудников	2
	9	Аэrogазодинамические явления в шахтах и рудниках	2
		Итого:	18

Таблица 4 - Тематика семинарских занятий

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1	Особенности деформирования и разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых	2
2	2	Природа и выделение зон газодинамических явлений	2
3	3	Состав атмосферы рудников и предъявляемые к нему требования	2
		Итого:	6

Таблица 5 - Тематика исследовательских лабораторных занятий

п/п	Раздел дисциплины	Количество часов
1	Геомеханика	3
2	Разрушение горных пород	3
3	Рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика	3
	Итого:	9

#### 4.3 Виды самостоятельной работы аспирантов

Таблица 6 - Виды самостоятельной работы (СР)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы аспирантов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	4
2	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	4
3	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	7
4	изучение теоретического материала, подготовка к семинарскому занятию, подготовка к итоговой аттестации	8
5	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	4
6	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	7
7	изучение теоретического материала, подготовка к семинарскому занятию, подготовка к итоговой аттестации	8
8	изучение теоретического материала, подготовка к итоговой аттестации	4

9	изучение теоретического материала, подготовка к семинарскому занятию, подготовка к итоговой аттестации	9
	Итого в ч :	55

### 5. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением **традиционных технологий** по видам работ (лекционные занятия, исследовательские лабораторные работы текущий контроль) по расписанию с использованием электронных учебных, методических и контролирующих пособий. Обучающийся имеет возможность воспользоваться в лаборатории учебными коллекциями минералов, горных пород и полезных ископаемых, поляризационными петрографическими микроскопами, оборудованием для определения показателей физико-механических и прочностных свойств горных пород (компрессионными и сдвиговыми приборами, стабилометрами) и т.д.

При изложении лекционного материала используются мультимедийные иллюстративные материалы, на практических занятиях проводится разбор ситуаций (аварий и катастроф на горных предприятиях).

### 6. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах изучения дисциплины

#### 6.1. Текущий контроль

Текущий контроль освоения разделов курса проводится в форме:

- устного опроса (контроль знаний по теме).
- оценки работы на лабораторных занятиях (оценка умений и навыков)

#### 6.2. Рубежный и промежуточный контроль

Промежуточный контроль проводится по окончании разделов дисциплины в следующих формах:

- устного опроса (контроль знаний по модулю).

#### 6.3. Итоговый контроль

##### Экзамен по специальности на соискание ученой степени кандидата наук

Экзамен сдаётся по программе кандидатского экзамена по дисциплине «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», утверждённой директором ПФИЦ УрО РАН

#### 6.4. Виды текущего, промежуточного и итогового контроля

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУбы)	Вид контроля			
	ТК	ПК	ЛР	Экзамен
<b>В результате освоения дисциплины:</b>				
<b>Знает:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;</li> <li>• методы исследования и решения задач геомеханики, разрушения горных пород,</li> </ul>	+	+		+
	+	+		+

рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;				
• геомеханические процессы, происходящие в массивах горных пород при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;	+	+		+
• физическую сущность и параметры разрушения разрабатываемых горных пород и перемещения горной массы;	+	+		+
• основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;	+	+		+
• геомеханику и природу опасных по динамическим явлениям для разработки методов прогнозирования и предупреждения геодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых;	+	+		+
• газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики;	+	+		+
• основные законы термодинамики и требования к тепловому режиму в горных выработках;	+	+		+
• нормативные документы, регламентирующие ведение горных работ в условиях влияния различных геомеханических факторов.	+	+		+
<b>Умеет:</b>				
• выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов горного производства, анализировать и оформлять полученные результаты;			+	+
• моделировать на ЭВМ геомеханические и аэрогазодинамические процессы при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;			+	+
• проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики;			+	+
• выполнять анализ и типизацию горно-геологических условий месторождений полезных ископаемых;			+	+
• решать задачи о деформации и разрушении горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых;			+	+
• прогнозировать горно-геологические явления и процессы;			+	+
• разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной			+	+

приборной базы и программно-вычислительных комплексов;			
• анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов;		+	+
• рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений;		+	+
• обосновывать методы прогнозирования и предупреждения геодинамических процессов.		+	+
<b>Владеет:</b>			
• научным, инженерным и организационным потенциалом для решения задач горного производства и реализации технического регламента процессов добычи и переработки полезных ископаемых на основе знания их физической сущности;		+	+
• навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно-деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэrogазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых;		+	+
• навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;		+	+
• методами контроля за напряженно-деформированным состоянием массива горных пород в области влияния горных работ;		+	+
• навыками расчета параметров разрушения горных пород с целью рационального освоения георесурсного потенциала недр;		+	+
• методологией прогнозирования, управления и предупреждения геодинамических процессов;		+	+
• методами и средствами контроля состава рудничной атмосферы;		+	+
• методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха.		+	+

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по модулю (контроль знаний по модулю);

ЛР – работа на лабораторных занятиях (оценка умений и навыков).

**7. График учебного процесса по дисциплине**

**8-й семестр**

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям															Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Раздел	1			2			3									
Лекции	2	2	2		2	2	2		2	2	2					18
KCP		2	2		2	2	2		2		2	4	2			18
Семинары			2				2				2					6
Лабораторные занятия			3				3				3					9
Изучение теоретического материала	2	2	2		2	2	2		2	2	2					18
Подготовка к семинарскому занятию			4				4				4					12
Подготовка к итоговой аттестации		2		2		2		2		2		2	6	7		25
Устный опрос		+		+		+		+		+		+	+	+		
Оценка работы на лабораторном занятии			+				+					+				
Дисциплинарный Контроль															2	Экзамен
<b>Итого за семестр:</b>															<b>108</b>	

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

№	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	2	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
<b>1 Основная литература</b>			
1	Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во. ПГТУ, 2007. – 208 с.	2	
2	Андрейко С.С. Механизм образования очагов газодинамических явлений в соляном породном массиве. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 196 с.	1	
3	Андрейко С.С. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений из почвы при проходке подготовительных выработок в подработанном массиве соляных пород / С.С. Андрейко, О.В. Иванов, Н.А. Литвиновская. – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2015. – 159 с.	2	
4	Барях А.А., Асанов В.А., Паньков И.Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. - 199 с.	1	
5	Мохирев Н.Н., Радько В.В. Инженерные расчеты вентиляции шахт. Учебник для студентов горных специальностей вузов М.: Недра 2007, 324 с.	1	
<b>2 Дополнительная литература</b>			
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>			
1	Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. - Пермь: ИД "Тип. Купца Тарасова", 2008. – 414 с.: ил., табл. 94.	1	
<b>2.2 Электронные информационно-образовательные ресурсы</b>			
1	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus		
2	Электронная база данных Web of Science		
3	Электронные ресурсы издательства Springer. <a href="http://springer.com">http://springer.com</a>		
4	Научная электронная библиотека eLibrary.ru. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>		
5	Национальная электронная библиотека (НЭБ). <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>		
6	Центральная научная библиотека Уральского отделения Российской академии наук (ЦНБ УрО РАН) . <a href="http://cnb.uran.ru">http://cnb.uran.ru</a>		
7	ГКБУ «Пермская государственная ордена «Знак Почета» краевая универсальная библиотека им. А.М. Горького». <a href="http://gorkilib.ru">http://gorkilib.ru</a> .		
8	Справочная Правовая Система КонсультантПлюс. <a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>		

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

Наименование специальных помещений для работы аспирантов	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лекционная ауд. – 402 каб. 614007, Пермь, Сибирская 78-а	Доска маркерная 1 шт.; монитор для видеопрезентаций и видеоконференций, настенный экран, ПЭВМ с выходом в интернет.
Аудитория для исследовательских лабораторных работ – каб. 1, лаборатория ГГР, 614007, Пермь, Сибирская 78-а.	Комплект оборудования для исследования реологических свойств горных пород, оборудование для одноосного нагружения горных пород, Барометр DPI 740, Анемометр АПР-2, Установка алмазного бурения ДД130, Система мониторинга напряжений и деформаций в массиве горных пород SisGeo, 15 канальный счетчик частиц «IAQcheck-8» 15 Chanel Dust-Spectrometer, система определения физико-механических свойств горных пород в шахтных условиях; Приемник геодезической спутниковой аппаратуры Trimble R8/5800 GNSS: Микроскоп Axioskop 40, Источник продольных волн- AWG AE MODEL 80/100 – 2 шт., Импульсный источник упругих колебаний, Сейсмоакустический регистратор «IS-128», аппаратно-программный обрабатывающий комплекс «Focus» (Paradigm Geophysical B.V. (США)) – 1 рабочее место, Система мониторинга напряжений и деформаций в массиве горных пород SisGeo, 15 канальный счетчик частиц «IAQcheck-8» 15 Chanel Dust-Spectrometer, Система GPS Trimble 4700 (2 шт) и Trimble 5700 (2 шт), Электронные тахеометры Trimble 3305 (4 шт), Газоанализатор Ecoprobe-5, Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 5973N (производство фирмы «INTERLAB Inc.», США), Анализатор углерода и азота в воде multi N/C 2100 (производство фирмы «Analytikjena», Австрия), Сканер Trimble GX, Тепловизор SC640, Анемометр «ЛАД-056», Хроматограф GC-2014ATTF, Счетчик аэроионов Сапфир-Зм, Лазерный оптический пылемер серии 1.108, Мобильные сейсмометрические станции SAQS (3 шт.), сканирующий электронный микроскоп VEGA 3LMH, для исследования морфологии и состава объектов размером от 150 мкм до первых микрон; электроразведочная аппаратура AMC ИМ2470; регистрирующий модуль Tellus 3 channels (3 шт.) для исследований сейсмичности; Тахеометр Торсоп GPT-3107N «Сибирь» для геодезических наблюдений, портативный барометр прецизионный DPI740 (2 шт.) для измерения давления в шахтах, установка для измерения магнитного поля Земли (цециевый портативный магнитометр G-859SX с встроенной системой GPS (США); установка многоканальной регистрации и измерения в реальном времени параметров акустической

	эмиссии AMSY-6; система определения физико-механических свойств горных пород в шахтных условиях; система сейсмологического мониторинга; интерактивный дисплей; комплект аудио-видео протоколирования; Стереомикроскоп Leica MZ16, Поляризационный микроскоп проходящего и отраженного света Axioskop 40 Pol (Carl Zeiss), Настольный рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный анализатор X-Supreme8000.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. каб. 3, лаборатория ФПОГ, Пермь, Сибирская 78а	Специализированная мебель и технические средства для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.
Помещение для самостоятельной работы	Библиотека «ГИ УрО РАН», лаборатории «ГИ УрО РАН» ФПОГ (каб. 4), рабочие места оборудованы компьютерами с выходом в Интернет

**Перечень лицензионного программного обеспечения**

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Номер договора на покупку лицензии	Назначение программного продукта
1	Лабораторное	RadExPro Plus	180530-1 от 18.06.2018	Моделирование геофизических процессов
2	Лабораторное	ZondRes	337.04/2019/74 от 15.11.2019	Моделирование геофизических процессов
3	Лабораторное	ЭС «Охрана труда»	3 431 от 24.01.02019	Анализ решений для специалистов по охране труда
4	Лабораторное	Kaspersky total security	A0019369661 от 14.08.2019	Безопасность данных
5	Лабораторное, Лекционное	Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition	93/14 от 16.12.2014	Работа с текстовыми документами

## Лист регистрации изменений