

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.Л. Гульбин

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИНЕРАЛЬНАЯ ТЕРМОБАРОМЕТРИЯ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.02 Прикладная геология
Специализация:	Прикладная геохимия, минералогия и геммология
Квалификация выпускника:	горный инженер-геолог
Форма обучения:	очная
Составитель:	д.г.-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

Рабочая программа дисциплины «Минеральная термобарометрия» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология», специализация «Прикладная геохимия, минералогия и геммология».

Составитель _____ д.г.-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 29.01.2021 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой _____ д.г.-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ к.п.н. Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: научить студентов применять методы минеральной термобарометрии для решения геологических задач

Основные задачи дисциплины:

- знакомство обучающихся с теоретическими основами и методами термобарометрии, главными видами минеральных термобарометров
- приобретение студентами навыков термобарометрических расчетов
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области минеральной термобарометрии и физико-химического моделирования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Минеральная термобарометрия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 10 семестре.

Предшествующей дисциплиной, на которой непосредственно базируется дисциплина «Минеральная термобарометрия» является «Физическая химия геологических процессов».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Минеральная термобарометрия» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность выполнять диагностику и изучение минералов, горных пород и руд с использованием современных методов исследований минерального вещества; делать выводы об условиях и механизмах их формирования, строить петрологические и геолого-генетические модели, определять геодинамическую обстановку минерало- и рудообразования, формулировать минералогические критерии оруденения	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать: наиболее важные породообразующие, акцессорные и рудные минералы – их состав, строение, свойства, диагностические признаки, геологические и физико-химические условия образования, парагенезисы, возможности их использования как полезного ископаемого; важнейшие типоморфные особенности минералов и их поведение в геологических процессах; наиболее важные и распространенные магматические, метаморфические и осадочные породы, их состав, строение, формы залегания, классификацию, условия образования горных пород магматического и метаморфического генезиса, их практическое применение; физико-химические закономерности магматических и метаморфических процессов, базовые петрологические модели (модели плавления, модели дифференциации магм, принцип минеральных фаций метаморфизма, основы теории метасоматической зональности); главные геодинамические обстановки магматизма и метаморфизма; ПКС-3.2. Уметь: выполнять макро- и микроскопическое изучение горных пород с

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		использованием современных методов изучения минерального вещества; обрабатывать и систематизировать данные по химическому и минеральному составу, структурно-текстурным особенностям горных пород, в том числе с использованием компьютерных программ; анализировать минеральные равновесия в магматических и метаморфических системах при помощи методов минеральной термобарометрии и физико-химического моделирования; использовать минералого-петрографические методы при прогнозе, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, при проведении геолого-съёмочных и специализированных тематических работ; ПКС-3.3. Владеть: навыками делать выводы о происхождении и условиях формирования магматических и метаморфических пород и руд на основе собранных фактов, выявлять связи этих пород и полезных ископаемых.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		10
Аудиторная работа, в том числе:	30	30
Лекции (Л)	15	15
Практические занятия (ПЗ)	15	15
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	42	42
Подготовка к лекциям	21	21
Подготовка к практическим занятиям	21	21
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Введение. Принципы минеральной термобарометрии	10	2	2	-	6
Раздел 2. Построение гранат-биотитового геотермометра	10	2	2	-	6
Раздел 3. Построение GASP геобарометра	10	2	2	-	6
Раздел 4. Термодинамика твердых минеральных растворов	12	3	3	-	6
Раздел 5. Обзор главных минеральных термометров и барометров	10	2	2	-	6
Раздел 6. Мультиравновесная геотермобарометрия	10	2	2	-	6
Раздел 7. Методы физико-химического моделирования минеральных равновесий	10	2	2	-	6
Итого:	72	15	15	-	42

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Введение. Принципы минеральной термобарометрии	Определение понятия «минеральная термобарометрия». Становление термобарометрии как самостоятельного направления минералогической науки. Роль П.Эскола, Н.Боуэна, Д.С.Коржинского, Х.Рамберга, Т.Барта, Л.Л.Перчука и др. Исходные положения термобарометрии. Минеральные твердые растворы и термодинамическое равновесие. Функции состояния. Свободная энергия Гиббса. Химический потенциал. Мольные доли, активности и коэффициенты активности компонентов растворов. Константа равновесия. Уравнение изотермы реакции	2
2	Раздел 2. Построение гранат-биотитового геотермометра	Обменные реакции. Равновесие идеальных твердых растворов граната и биотита. Константа равновесия обменной реакции в терминах активностей и мольных долей Fe и Mg. Расчет K для заданных P и T. Построение диаграмм «фазового соответствия» (диаграммы Нернста, диаграммы Розенбума, P-T диаграммы). Аналитическое выражение геотермометра. Эксперименты Ферри и Спира (1978). Геотермометр Ферри-Спира	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3	Раздел 3. Построение GASP геобарометра	Критерии выбора равновесий для минеральной термо-барометрии. Реакции смещенного равновесия. Равно-весие идеальных твердых растворов граната и плаги-оклаза в присутствии Al_2SiO_5 . Константа равновесия. Эксперименты Козиола и Ньютона. Уравнение GASP геобарометра	2
4	Раздел 4. Термодинамика твердых минеральных растворов	Функции смешения. Свободная энергия и энтропия смешения. Модели идеальных твердых растворов. Мо-дель многопозиционного смешения. Неидеальные рас-творы. Избыточные функции. Избыточная свободная энергия. Уравнение Гуггенхейма для бинарного рас-твора. Модели идеальных, регулярных симметричных и субрегулярных растворов. Параметры Маргулеса. Графики зависимости свободной энергии смешения от мольной доли. Уравнения гранат-биотитового геотер-мометра и GASP геобарометра, учитывающие неиде-альность твердых растворов граната, биотита и плаги-оклаза	3
5	Раздел 5. Обзор главных минеральных термометров и барометров	Минеральные термометры, основанные на обменных равновесиях (гранат-биотитовый, гранат-кордиеритовый, гранат-клинопироксеновый, гранат-амфиболовый и др.). Сольвусные геотермометры (дву-пироксеновый, двуполевошпатовый, кальцит-доломитовый, магнетит-ильменитовый и др.). Изотоп-ные геотермометры. Минеральные барометры, осно-ванные на реакциях смещенного равновесия (GASP, GBPQ, GRAIL, клинопироксен-плагиоклаз-кварцевый и др.).	2
6	Раздел 6. Мультиравновесная геотермобарометрия	Оценка P-T условий с помощью множества минераль-ных равновесий. Базы внутренне согласованных тер-модинамических данных и методы их построения. За-висимость между числом компонентов системы, чис-лом миналов и числом минеральных равновесий. Рас-чет числа независимых равновесий. «Пучковые» диа-граммы. Компьютерные реализации мультиравновес-ной геотермобарометрии (программы TWQ и THERMOCALC).	2
7	Раздел 7. Методы физико-химического моделирования минеральных равновесий	Возможные подходы к изучению PT эволюции мета-морфизма. Зональность и микровключения в минера-лах. Фации метаморфизма. Метод изохимических диа-грамм (методы расчета составов и содержаний мине-ралов в парагенезисах по данным о валовом составе горной породы). Фазовые P-T-X диаграммы. P-T псев-досечения. Графики изоплет. P-T траектории.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Компью-терные реализации метода изохимических диаграмм (THERMOCALC, Theriak/Domino и др.)	
Итого:			15

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Обработка данных микрозондового анализа для целей геотермобарометрии	2
2	Раздел 2	Оценка температуры минерального равновесия с помощью гранат-биотитового геотермометра (метапелиты)	2
3	Раздел 3	Оценка давления минерального равновесия с помощью GASP геобарометра (метапелиты)	2
4	Раздел 4	Оценка температуры минерального равновесия с помощью гранат-амфиболового геотермометра (метабазиты)	3
5	Раздел 5	Оценка давления минерального равновесия с помощью гранат-амфибол-плаггиоклаз-кварцевого геобарометра (метабазиты)	2
6	Раздел 6	Знакомство с программой TWQ и построение «пучковой» диаграммы	2
7	Раздел 7	Знакомство с программой Theriak/Domino. Построение изохимической диаграммы (P-T псевдосечения).	2
Итого:			15

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Текущие консультации проводятся преподавателем,

ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

Раздел 1. Принципы минеральной термобарометрии.

1. Исходные положения термобарометрии.
2. Минеральные твердые растворы и термодинамическое равновесие.
3. Термодинамическое описание минеральных равновесий. Уравнение изотермы реакции.
4. Зависимость константы равновесия от температуры и давления.
5. Мольные доли, активности и коэффициенты активностей компонентов растворов.

Раздел 2. Построение гранат-биотитового геотермометра.

1. Критерии выбора минеральных равновесий для построения геотермометров и геобарометров.
2. Обменные реакции. Термодинамическое описание равновесия идеальных твердых растворов граната и биотита.
3. Расчет K для заданных P и T . Построение диаграмм «фазового соответствия»
4. Аналитическое выражение геотермометра.
5. Гранат-биотитовый геотермометр Ферри-Спира.

Раздел 3. Построение GASP геобарометра.

1. Реакции смещенного равновесия.
2. Равновесие идеальных твердых растворов граната и плагиоклаза в присутствии Al_2SiO_5 .
3. GASP геобарометр Козиола-Ньютона.

Раздел 4. Термодинамика твердых минеральных растворов.

1. Функции смешения. Свободная энергия и энтропия смешения.
2. Идеальные твердые растворы. Модель многопозиционного смешения.
3. Избыточные функции. Избыточная свободная энергия.
4. Уравнение Гуггенхейма для бинарного раствора.
5. Модели неидеальных растворов. Модель симметричного регулярного раствора.
6. Модель асимметричного субрегулярного раствора.
7. Параметры Маргулеса. Графики зависимости свободной энергии смешения от мольной доли.

Раздел 5. Обзор основных минеральных термометров и барометров.

1. Минеральные термометры, основанные на обменных равновесиях (гранат-биотитовый, гранат-кордиеритовый, и др.).
2. Сольвусные геотермометры (двупироксеновый, двуполевошпатовый, кальцит-доломитовый, магнетит-ильменитовый и др.).
3. Минеральные барометры, основанные на реакциях смещенного равновесия (GASP, GBPQ, GRAIL, клинопироксен-плагиоклаз-кварцевый и др.).
4. «Al-в-пироксене» геобарометр и геотермометр.
5. «Ti-в-цирконе» и «Zr-в-рутиле» геотермометры.

Раздел 6. Мультиравновесная геотермобарометрия.

1. Оценка P-T условий с помощью множества минеральных равновесий.
2. Базы внутренне согласованных термодинамических данных.
3. Зависимость между числом компонентов системы, числом миналов и числом минеральных равновесий. Расчет числа независимых равновесий.

4. Компьютерные реализации мультиравновесной геотермобарометрии. Программа TWQ.
5. Программа THERMOCALC.

Раздел 7. Методы физико-химического моделирования минеральных равновесий.

1. Возможные подходы к изучению P-T эволюции метаморфизма. Зональность и микровключения в минералах.
2. Метод изохимических диаграмм.
3. P-T псевдосечения.
4. Метод изоплет. Использование зональности в гранате для построения P-T траекторий.
5. Компьютерные реализации метода изохимических диаграмм. Программа Theriak/Domino.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Напишите формулу константы равновесия реакции в терминах активностей.
2. Запишите уравнение изотермы реакции гетерогенного равновесия?
3. Как изменяются магнетиальности сосуществующих граната и биотита с ростом температуры?
4. Напишите уравнение минеральной реакции, лежащее в основе гранат-биотитового геотермометра.
5. Напишите выражение константы равновесия этой реакции в терминах активностей.
6. Как выражаются активности фермических компонентов твердых растворов граната и биотита в рамках модели многопозиционного смешения?
7. Запишите аналитическое выражение геотермометра.
8. Каким критериям должно соответствовать минеральное равновесие, которое можно использовать для построения эффективного геотермометра? Эффективного геобарометра?
9. Что такое геобарометр GASP? Какая минеральная реакция лежит в основе этого геобарометра?
10. Запишите выражения константы равновесия этой реакции в терминах активностей и в терминах мольных долей.
11. Дайте определение идеального раствора. Чему равны тепловой и объемный эффекты смешения в случае идеальных растворов?
12. Напишите формулы энтропии смешения и свободной энергии смешения.
13. Как изменяются величины S_{mix} и G_{mix} при образовании раствора?
14. Для описания каких растворов используется модель многопозиционного смешения?
15. Как в рамках этой модели связаны мольные доли и активности компонентов растворов?
16. Как в общем случае соотносятся активность, и мольная доля компонента минерального твердого раствора?
17. Напишите формулу избыточной свободной энергии смешения.
18. Напишите уравнения Гуггенхейма, связывающие свободную избыточную энергию бинарного раствора с его составом, для общего случая и для модели симметричного регулярного раствора.
19. Что такое параметр Маргулеса?
20. Приведите примеры геотермометров, основанных на обменных реакциях
21. Приведите примеры сольвусных геотермометров.
22. Приведите примеры геобарометров, основанных на реакциях смещенного равновесия.
22. Что такое «мультиравновесная термобарометрия»?
23. Какие программы используют для компьютерной реализации идеи «мультиравновесной термобарометрии»?
24. Назовите основные подходы к реконструкции P-T эволюции метаморфических пород.
25. Сформулируйте принцип минеральных фаций метаморфизма Эскола.
26. Что такое «метод изохимических диаграмм» (метод псевдосечений)?
28. Какие данные служат входными для построения изохимической диаграммы? Какие методы используются для моделирования минеральных равновесий?

29. Как с помощью графика изоплет миналов твердого раствора граната построить P-T траекторию метаморфизма?

30. Какие компьютерные программы используются для моделирования минеральных равновесий?

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Перчук Л. Л., Рябчиков И. Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. М.: Недра, 1976. [Электронный ресурс]. - URL: <http://window.edu.ru/resource/006/71006>.
2. Доливо-Добровольский В.В., Гульбин Ю.Л. Физическая химия геологических процессов. Методы физико-химических расчётов процессов минералообразования. СПб.: СПГГИ, 2002.
3. Саксена С. Термодинамика твердых растворов породообразующих минералов. М.: Мир, 1975.

7.1.2. Дополнительная литература

4. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. СПб.: СПГГУ, 1995.

5. Никитина Л.П., Кривовичев В.Г. Межфазовые равновесия в минеральных системах и геотермобарометрия. СПб, 2003.
6. Spear F.S. Petrologic determination of metamorphic pressure-temperature-time paths. In Metamorphic pressure-temperature-time paths, Short Course in Geology. American Geophysical Union, 1989.
7. Will T. M. Phase Equilibria in Metamorphic Rocks-Thermodynamic Background and Petrological Applications. Lecture Notes in Earth Sciences. Vol. 71. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1998.
8. De Capitani C., Petrakakis K. The computation of equilibrium assemblage diagrams with Theriak/Domino software // Amer. Miner. 2010. V. 95. P. 1006-1116.
9. Powell R., Holland T., Worley B. Calculating phase diagrams involving solid solutions via non-linear equations, with examples using THERMOCALC // J. Metamorphic Geol. 1998. V. 16. P. 577-588.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопонт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

- доска белая Magnetoplan CC магнитно-маркерная с эмалевым покрытием (2000x1000)-1 шт.
- источник бесперебойного питания APC by Schneider Smart-UPS 1500VA-1 шт.
- книжный шкаф-5 шт.
- коллекционный шкаф-2 шт.
- компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-1 шт.
- огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт.
- переносная настольная трибуна-1 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 1-7 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 3-5 шт.

- стул 7874 A2S оранжевый-28 шт.
- стул 7874 A2S Тип 1 оранжевый-6 шт.
- тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN-2 шт.
- шкаф-9 шт.

Аудитории для проведения практических занятий

- доска интерактивная мобил.Digital Board 6827.306 A2S-1 шт.
- жалюзи горизонтальные-1 шт.
- жалюзи-5 шт.
- коллекционный шкаф-6 шт.
- кресло „Imperia,,-32 шт.
- микроскоп поляризационный Leica DM750P с интегрированной цифровой камерой-6 шт.
- микроскоп поляризационный Leica DM750P для работы в проходящем свете с препаратом-13 шт.
- микроскоп поляризационный Leica DM750P для работы в проходящем свете-14 шт.
- огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт.
- стол SS -12-3 шт.
- стол 120*80*72-1 шт.
- стол 120x73-1 шт.
- стол 120x80x72-4 шт.
- стол для микроскопа-27 шт.
- стол для ректора-1 шт.
- стол компьютерный-2 шт.
- тумба (КФО 2)-8 шт.
- устройство для обработки данных и микрофотографий-3 шт.
- шкаф-1 шт.

8.2. Лицензионное программное обеспечение

ENVI 4.5 for Win (система обработки данных)

Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)

MapEdit Professional

Microsoft Office Standard 2019 Russian

Microsoft Windows 10 Professional

Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)

Surfer 9.1 Win CD

Vertikal Mapper 3.5

ГИС MAP Info Pro 2019

ГИС Mapinfo Professional

ГИС Mapinfo Professional (академическая версия)

ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)

Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"

Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"

Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542

Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)
Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)
Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77
Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик
Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175
Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)
Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175
Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки
Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"
Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"
Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"
Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)
Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей