

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 доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ, ПОРОД И РУД, ЧАСТЬ 1

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:	к.г.-м.н., доцент Д.А. Петров

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 1» 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 _____ к.г.-м.н., доцент Д.А. Петров

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 07.02.2022 г., протокол №6.

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

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Развитие представлений о современных методах изучения минерального вещества и обучение комплексному планированию количественных минералогических исследований для различных целей.

Основные задачи дисциплины:

- дать обучающимся представление о современных аналитических методах исследования минералов, горных пород и руд, их физических основах и возможностях;
- познакомить на практике с используемым в геологии аналитическим оборудованием, возможностями и ограничениями каждого метода;
- обучить студентов методикам подготовки препаратов, обслуживания методов исследования, постановки конкретных задач для лаборатории и принципам интерпретации полученных лабораторных данных;
- научить студентов выбирать рациональный комплекс минералогических исследований для решения конкретной производственной или научно-исследовательской задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 1» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 5, 6 и 7 семестрах.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 1» являются: «Физика», «Химия элементов и их соединений», «Кристаллография и минералогия», «Кристаллохимия».

Дисциплина «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 1» является основополагающей для изучения следующих дисциплин «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 2», «Минералогическая термобарометрия», «Изотопная геохимия», «Технологическая минералогия».

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

Процесс изучения дисциплины «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд, часть 1» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1 - Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами
		УК-2.2 - Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		УК-2.3 - Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6	УК-6.1 - Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения
		УК-6.2 - Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; - применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности
		УК-6.3 - Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик
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 пороодообразующие, 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 использованием современных методов изучения

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>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 минералогическо-петрографические методы при прогнозе, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, при проведении геологическо-съёмочных и специализированных тематических работ</p> <p>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</p>
Способность проводить обработку и интерпретацию геохимических данных с построением специализированных карт и разрезов, строить на основе геохимических данных модели лито-, гидро-, атмо- и биогеохимических ореолов; на основе геохимических критериев выделять перспективные площади, на основе изотопно геохимических данных оценивать возраст горных пород и определять источник минерального вещества	ПКС-4	<p>ПКС-4.1 - Знать: основные закономерности распределения химических элементов и изотопов в природных и природно-техногенных системах (минералах, горных породах, рудах, водных и воздушных средах, почвах, растениях); закономерности формирования индикаторных геохимических ассоциаций в эндогенных и экзогенных условиях; теоретические основы методов обработки и интерпретации геохимических данных, методов изотопной геохимии и геохронологии</p> <p>ПКС-4.2 - Уметь: формулировать прикладные геохимические и изотопно-геохимические задачи при исследовании геологических объектов; обосновывать рациональный комплекс геохимических и изотопно-геохимических исследований; на базе современных математических методов и компьютерных технологий проводить обработку геохимических и изотопно-геохимических данных, строить геохимические и изотопно-геохимические диаграммы; обобщать полученные результаты и на их основе делать выводы об особенностях строения, условий формирования и практической значимости геологических</p>

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		объектов
		ПКС-4.3 - Владеть: навыками применения геохимических и изотопно-геохимических методов исследований при геолого-поисковых работах, компьютерными программами, предназначенными для геохимических расчетов; алгоритмами интерпретации геохимических данных
Способность применять законодательные нормативно-правовые акты и требования в области охраны труда при проведении геолого-разведочных работ	ПКС-10	ПКС-10.1 - Знать: законодательные нормативно-правовые акты и требования в области охраны труда; требования трудовой и производственной дисциплины
		ПКС-10.2 - Уметь: применять законодательные нормативно-правовые акты Российской Федерации в области промышленной безопасности на предприятиях минерально-сырьевого комплекса
		ПКС-10.3 - Выполнять: требования пожарной безопасности и охраны труда в области геолого-разведочных работ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам			
		5	6	7	
Аудиторная работа, в том числе:	102	51	51	-	
Лекции (Л)	-	-	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	102	51	51	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	78	12	12	54	
Подготовка к практическим занятиям	8	4	4	-	
Выполнение курсовой работы	54	-	-	54	
Аналитический информационный поиск	4	2	2	-	
Работа в библиотеке	2	2	-	-	
Подготовка к зачету/дифф.зачету/экзамену	10	4	6	-	
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3, КР	3	3	КР	
Общая трудоемкость дисциплины					
	ак. час.	180	63	63	54
	зач. ед.	5	1,75	1,75	1,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1. Задачи курса, его соотношение с прочими геологическими дисциплинами и обзор методов исследования	6	-	4	-	2
2.	Раздел 2. Пробоподготовка и сепарация минералов. Шлиховой анализ	16	-	14	-	2
3.	Раздел 3. Морфометрия кристаллов и минеральных агрегатов	15	-	13	-	2
4.	Раздел 4. Основы классической и инструментальной аналитической химии и масс-спектрологии	14	-	12	-	2
5.	Раздел 5. Комплексный термический анализ	12	-	8	-	4
6.	Раздел 6. Методы рентгеновской дифракции	10	-	8	-	2
7.	Раздел 7. Спектроскопические методы анализа (оптическая, инфракрасная и КР-спектроскопия, люминесценция)	18	-	16	-	2
8.	Раздел 8. Микротвердость минералов	3	-	1	-	2
9.	Раздел 9. Исследования флюидных включений	12	-	10	-	2
10.	Раздел 10. Локальные методы анализа	20	-	16	-	4
11.	Раздел 11. Принципы комплексного применения методов	54	-	-	-	54
	Итого:	180	-	102	-	78

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Лекционные занятия не предусмотрены.

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Задачи курса и методы исследования	2
2	Раздел 1	Планирование лабораторных исследований	2
3	Раздел 2	Минералогическое опробование	4
4	Раздел 2	Подготовка проб для исследования	2
5	Раздел 2	Сепарация минералов и выделение мономинеральных фракций	4
6	Раздел 2	Шлиховой анализ	4
7	Раздел 3	Морфометрия (гониометрия) кристаллов и расчет данных	3
8	Раздел 3	Модальный анализ	2
9	Раздел 3	Гранулометрический анализ	4
10	Раздел 3	Морфометрический анализ	4

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
11	Раздел 4	Оптическая эмиссионная спектрометрия	2
12	Раздел 4	Атомно-абсорбционная спектрометрия	2
13	Раздел 4	Рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия	4
14	Раздел 4	Высокоточные методы элементного анализа	4
15	Раздел 5	Подготовка проб и проведение термического анализа	4
16	Раздел 5	Расшифровка термограмм	4
17	Раздел 6	Аппаратура рентгеноструктурного анализа	4
18	Раздел 6	Проведение рентгеноструктурного анализа, расшифровка аналитических данных	4
19	Раздел 7	Аппаратура оптической спектроскопии. Получение спектров в разных режимах съемки. Дешифрирование спектров	4
20	Раздел 7	Оптическая спектроскопия и колориметрические расчеты. Аппаратура люминесцентного анализа	4
21	Раздел 7	Инфракрасная спектроскопия	4
22	Раздел 7	Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская). Аппаратура колебательной спектроскопии	4
23	Раздел 8	Аппаратура определения микротвердости, проведение экспериментов, расчеты	1
24	Раздел 9	Петрографическое исследование флюидных включений	6
25	Раздел 9	Изучение флюидных включений на термостолке	4
26	Раздел 10	Аппаратура электронной микроскопии	4
27	Раздел 10	Аппаратура рентгеноспектрального микроанализа	4
28	Раздел 10	Пробоподготовка для электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа	4
29	Раздел 10	Специальные методы электронной микроскопии и микроанализа	4
Итого:			102

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:

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 зачета) 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 практических занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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. Задачи курса, его соотношение с прочими геологическими дисциплинами и обзор методов исследования

1. Задачи минералогических исследований
2. Решаемые при лабораторных испытаниях вопросы
3. Методология работ, минералогическое опробование
4. Классификация лабораторных методов

Раздел 2. Пробоподготовка и сепарация минералов. Шлиховой анализ.

1. Полевые и лабораторные приборы для пробоподготовки
2. Дробление и истирание проб. Отмывка и отмучивание проб.
3. Магнитная и электромагнитная сепарация.
4. Разделение минералов по плотности. Методы контроля чистоты минеральных фракций.
5. Методы диагностики минералов в шлихе, количественный минералогический анализ сыпучих образцов, построение шлиховых карт.

Раздел 3. Морфометрия кристаллов и минеральных агрегатов.

1. Двукружный гониометр Федорова: устройство, измерения, запись и обработка измерений.
2. Принцип фотогониометрии. Устройство фотогониометров. Фотограммы, их расчет и использование.
3. Морфометрическая диагностика минералов и кристалломорфологическое картирование.
4. Определение количественных характеристик строения минеральных агрегатов.
5. Гранулометрический анализ рыхлых и твердых горных пород.
6. Фрактальный анализ структуры горных пород. Морфометрия агрегатов в шлифах.
7. Рентгеновская микротомография горных пород, теоретические основы и области применения.

Раздел 4. Основы классической и инструментальной аналитической химии, и масс-спектрокопии

1. Классическая аналитическая химия, ее основные методы грави-, титро-, фото-, флуориметрические, полярография.
2. Методы инструментальной аналитической химии: оптическая эмиссионная спектрометрия, атомно- абсорбционная спектрометрия, рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия, спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой
3. Масс-спектрометрические методы анализа.
4. Изотопно-геохронологические методы (U-Th-Pb, Rb- Sr, K-Ar, Sm-Nd) и изотопно-геохимические (S, C, O, Pb, H) исследования.

Раздел 5. Комплексный термический анализ

1. Эндо- и экзотермические реакции, их природа в нагреваемых минералах.
2. Регистрация дифференциальных термических кривых
3. Области применения термического анализа и интерпретация его результатов
4. Оборудование для термического анализа

Раздел 6. Методы рентгеновской дифракции (рентгенография)

1. Закон Брэгга-Вульфа. Устройство рентгеновских дифрактометров
2. Монокристалльный и порошковый методы дифрактометрии

3. Фазовый анализ, расчет параметров элементарных ячеек, изучение изоморфизма и упорядоченности структур минералов.

Раздел 7. Спектроскопические методы анализа (оптическая, инфракрасная и КР-спектроскопия, люминесценция).

1. Методы спектроскопии твердого тела и их особенности
2. Принципы количественной оценки цвета и расчет колориметрических параметров.
3. Люминесценция минералов: природа и виды. Интерпретация спектров и практическое использование полученных данных
4. Возможности колебательной спектроскопии при диагностике минеральных фаз и исследовании конституции минералов.
5. Инфракрасная спектроскопия (ИКС) твердого тела и ее разновидности.
6. Применение методов ИКС
7. Теоретические основы и область применения спектроскопии комбинационного рассеяния

(КР)

Раздел 8. Микротвердость минералов.

1. Теоретические предпосылки количественных определений твердости тел
2. Твердость "микровдавливания".
3. Области использования экспериментальных данных.

Раздел 9. Исследования флюидных включений

1. Классификация флюидных включений по механизму захвата и фазовому составу
2. Фазовые превращения во флюидных включениях
3. Микротермометрические исследования и определение солевого состава включений
4. Области применения флюидных включений

Раздел 10. Локальные методы анализа

1. Физические основы просвечивающей и растровой электронной микроскопии.
2. Устройство электронных микроскопов. Методы регистрации сигналов от вещества.
3. Рентгеновские микроанализаторы. Принципы и возможности микрозондового анализа
4. Пробоподготовка и интерпретация результатов электронной микроскопии
5. Методы ионно-зондовой микроскопии, их возможности и область применения

Раздел 11. Принципы комплексного применения методов.

1. Совместное использование различных методов анализа в геологической практике.
2. Выбор и совместимость методов.
3. Выбор последовательности этапов исследования.
4. Взаимное согласование результатов.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

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

1. На каких стадиях геологоразведочных работ проводят изучение вещественного состава минералов, горных пород, руд, рыхлых отложений?
2. Какой тип опробования является ведущим на ранних стадиях геологоразведочных работ (съёмка, поиски)?
3. По какому уравнению определяется надежная масса пробы
4. Как определяют рудные концентрации благородных металлов в литохимических пробах?
5. Каким методом определяют концентрации редкоземельных элементов в литохимических пробах?
6. Что такое шлик?
7. Какие минералы при магнитной сепарации попадают в электромагнитную фракцию?
8. Какие химические элементы определяются методом РСФА?
9. В чем смысл TAS-диаграммы, как расшифровывается аббревиатура в названии диаграммы?
10. Для каких задач применяется инфракрасная спектроскопия?
11. Как называется зависимость интенсивности света от длины волны?

12. В каком диапазоне проводятся исследования в инфракрасной спектроскопии?
13. Какова локальность метода ИК-спектроскопии?
14. Чему соответствует каждый пик в спектре комбинационного рассеяния?
15. Чем вызывается окраска минералов?
16. Какие свойства минерала определяются по спектру люминесценции?
17. Что является предметом изучения термического анализа?
18. Что представляет собой комплексный термический анализ?
19. Назовите примеры эндотермических процессов при нагревании.
20. Какой тип электронных изображений позволяет исследовать топографию образца?
21. Какие методы позволяют определить изотопный состав минерала локально?
22. Каким методом исследуют топографию поверхностей в масштабе 1-10 нм?
23. В чем преимущество кристалл-дифракционных спектрометров над энергодисперсионными при РСФА?
24. Что такое дифрактограмма?
25. Что определяется при рентгеновской дифрактометрии?
26. Для чего применяется седиментометрический анализ?
27. Что непосредственно измеряют при определении микротвердости методом Виккерса (VHN)?
28. Какую генетическую информацию несут газово-жидкие включения?
29. Необходимо определить в цирконе примеси редкоземельных элементов (содержание на уровне $10^{-4}\%$). Какие аналитические методы позволяют это сделать?
30. Необходимо определить содержание меди и цинка в руде (ожидаемые содержания на уровне 1-5 %). Перечислите не менее 3 аналитических методов, которые позволяют это сделать.
32. Необходимо определить в зернах полевых шпатов содержание бария (содержание на уровне 0,1-1%). Какие аналитические методы позволяют это сделать?
33. В породе обнаружен неизвестный минерал (предположительно, силикатного состава), с размером выделений 0,1-1 мм. Перечислите не менее 3 аналитических методов, которые позволят его точно диагностировать.
34. Необходимо определить изотопный состав радиоактивных элементов в монаците. Какие аналитические методы позволяют это сделать?
35. В породе обнаружены зерна минерала размером (0,5-1 мм), химический состав которого соответствует оксиду титана. Назовите не менее трех методов, которые позволяют понять, что это: рутил, анатаз или брукит?

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант №1

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Изучение вещественного состава минералов, горных пород, руд, рыхлых отложений и т.д. проводится при	1. Геологической съемке 2. Поисках месторождений 3. Разведке месторождений 4. Всех стадиях геологоразведочных работ
2.	Диаметр керна при бурении комплексом HQ составляет	1. 35 мм 2. 48 мм 3. 64 мм 4. 117 мм
3.	Навеска пробы аналитической крупности имеет	1. не менее 80% зерен <74 мкм 2. не более 74 % зерен <80 мкм 3. 100% зерен <40 мкм 4. не более 74 % зерен <20 меш

4.	Надежным методом количественного определения концентраций петрогенных элементов в литохимических пробах является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полуколичественный эмиссионный спектральный анализ 2. Оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой 3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой 4. Пробирный анализ
5.	При подготовке литохимических проб к аналитическим исследованиям методом пробирной плавки на золото производится их	<ol style="list-style-type: none"> 1. Растворение в царской водке 2. Сплавление с метаборатом лития 3. Сплавление с оксидом свинца 4. Осаждение активированным углем
6.	Закон Мозли — позволяет связывать частоту спектральных линий характеристического рентгеновского излучения атома химического элемента с	<ol style="list-style-type: none"> 1. его атомной массой 2. его порядковым номером 3. числом нейтронов в ядре 4. его степенью окисления
7.	Комплексный термический анализ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. заключается в одновременном проведении двух или более видов термического анализа; 2. изучает комплексные материалы; 3. выполняется по комплексным программам термических исследований; 4. представляет собой последовательное выполнение нескольких видов термических исследований.
8.	Назовите примеры процессов, когда происходит увеличение массы материала при нагревании.	<ol style="list-style-type: none"> 1. испарение различных типов воды; испарение самих веществ; разложение карбонатов, сульфатов, нитратов; 2. плавление материалов; 3. окисление материалов, содержащих элементы с переменной валентностью; 4. плавление материалов и перегревание исследуемого вещества
9.	Диагностические свойства касситерита в шлихе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитная фракция, октаэдрический габитус 2. Металлический блеск, зеленый цвет 3. Алмазный блеск, положительная реакция «оловянного зеркала» 4. Немагнитная фракция, мягче стекла
10.	Инфракрасное излучение взаимодействует с веществом путем:	<ol style="list-style-type: none"> 1. отражения 2. рассеяния 3. поглощения 4. все выше перечисленное
11.	Зависимость интенсивности света от длины волны называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектром поглощения 2. Спектром оптической плотности 3. Спектром излучения 4. Спектром пропускания
12.	Локальность метода ИК-спектроскопии при использовании микроскопа определяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Длиной волны ИК излучения 2. Возможностью пробоподготовки 3. Максимальным увеличением отражательного объектива 4. Размерами излучателя

13.	Спектр комбинационного рассеяния обусловлен:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Колебаниями атомов в молекулах и атомных группировках 2. Колебаниями молекул (атомных группировок) относительно друг друга 3. Колебаниями периодической трехмерной структуры минерала 4. Всем выше перечисленным
14.	Локальность метода комбинационного рассеяния определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Минимальной массой навески 2. Толщиной кристалла 3. Диной волны инфракрасного излучения 4. Оптическим разрешением микроскопа
15.	С помощью метода рентгеновской дифракции определяют	<ol style="list-style-type: none"> 1. природу окраски минерала 2. химический состав минерала 3. параметры кристаллической решетки минерала 4. наличие оптически-активных дефектов кристаллической структуры
16.	Характеристическое рентгеновское излучение используется для	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследования дефектов структуры минералов 2. Определения валентных состояний элементов в структуре минерала 3. Качественного и количественного анализа химического состава минералов 4. Выяснения кристаллохимической позиции элементов в структуре минерала
17.	Соленость включений определяется с помощью	<ol style="list-style-type: none"> 1. критической температуры 2. эвтектической температуры 3. тройной точки 4. температуры таяния последней льдины
18.	Кристаллик галита, содержащийся внутри включения, является	<ol style="list-style-type: none"> 1. дочерней кристаллической фазой 2. захваченной кристаллической фазой 3. минералом-хозяином 4. реликтом надкритического флюида
19.	Что такое модальный анализ ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. анализ количественного минерального состава горной породы 2. анализ распределения минеральных зерен по размерам 3. анализ распределения углов между контактирующими гранями 4. оценка нормативного состава горной породы
20.	Содержания минералов в горной породе, полученные с помощью морфометрических методов, выражаются в	<ol style="list-style-type: none"> 1. объемных долях 2. массовых процентах 3. весовых процентах 4. мольных долях

Вариант №2

№	Вопрос	Варианты ответов
1	На ранних стадиях геологоразведочных работ (съемка, поиски) ведущим типом опробования является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литохимическое 2. Технологическое 3. Техническое 4. Валовое

2	Надежная масса пробы определяется по уравнению	<ol style="list-style-type: none"> 1. Менделеева-Клайперона 2. Брэгга-Вульфа 3. Ричардса-Чечотта 4. Мариалита-Мейонита
3	Надежным методом количественного определения рудных концентраций благородных металлов в литохимических пробах является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полуколичественный эмиссионный спектральный анализ 2. Оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой 3. Масс-спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой 4. Пробирный анализ
4	Требуется определить содержание порообразующих элементов в горной породе. Какой аналитический метод для этого подходит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рентгеновский дифракционный анализ 2. Термический анализ 3. ИК-спектроскопия 4. Рентгеновская флуоресцентная спектрометрия
5	Наибольшей точностью из перечисленных методов химического анализа отличается:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптический эмиссионный спектральный анализ 2. Термический анализ 3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой 4. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ
6	Что является предметом изучения термического анализа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение характеристических температур вещества 2. Изменение каких-либо свойств вещества под действием тепла 3. Измерение температурных точек 4. Оценка температурных интервалов существования фаз
7	Какого типа термический анализ эффективен для исследования излившихся пород?	<ol style="list-style-type: none"> 1. дифференциальный термический анализ; 2. дифференциальная сканирующая калориметрия; 3. комплексный термический анализ; 4. дилатометрический анализ.
8	Назовите примеры эндотермических процессов при нагревании.	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллизация из расплава при охлаждении; 2. дегидратация воды, разложение солей, плавление, испарение; 3. окисление материалов, содержащих элементы с переменной валентностью; 4. восстановление из оксидов.
9	Как правильно обозначается класс крупности частиц размером более 1, но менее 2 мм?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-2 2. -2+1 3. >1,2< 4. -0,2+0,1
10	Пробоподготовка для ИК-спектроскопии с прессованием таблеток из порошков навески образца и KBr необходима для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. экономии материала образца 2. закрепления порошка 3. снижения рассеяния 4. уменьшения толщины образца
11	Какой спектр является характеристикой вещества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектр поглощения 2. Спектр оптической плотности 3. Спектр излучения

		4. Спектр пропускания
12	Для определения формы и концентрации ОН – группировок в минералах применяются	1. ИК спектроскопия 2. Атомно-абсорбционная спектроскопия 3. Электронно-зондовый микроанализ 4. Все перечисленные методы
13	На спектрометре комбинационного рассеяния можно проводить также регистрацию спектров:	1. Поглощения 2. Люминесценции 3. Релеевского рассеяния 4. Рентгеновской дифракции
14	Топографию образца позволяет исследовать следующий тип электронных изображений	1. BSE 2. SE 3. CL 4. SE
15	Связь характеристической частоты рентгеновского излучения и атомным номером элемента описывается	1. законом радиоактивного распада 2. законом Мозли 3. законом Резерфорда 4. законом Бугера — Ламберта — Бера
16	Солевой состав включений может быть определен с помощью	1. критической температуры 2. эвтектической температуры 3. тройной точки 4. температуры таяния последней льдины
17	Температура гомогенизации включения равна 525 °С. Справедлив следующий вывод:	1. Включение было захвачено при температуре 525 °С 2. Включение было захвачено при температуре менее 525 °С 3. Включение было захвачено при температуре более 525 °С 4. По этим данным нельзя сделать выводы о температуре захвата
18	Что такое гранулометрический анализ?	1. анализ количественного минерального состава горной породы 2. анализ распределения минеральных зерен по размерам 3. анализ распределения углов между контактирующими гранями 4. оценка нормативного состава горной породы
19	Гидравлический метод гранулометрического анализа применяется для характеристики строения	1. изверженных пород 2. метаморфических пород 3. обломочных пород 4. глинистых пород
20	Коэффициент сферичности равен	1. произведению периметра сечения зерна и его площади 2. отношению периметра сечения зерна к его площади 3. отношению периметра круга, равновеликого сечению зерна, к его периметру 4. произведению периметра круга, равновеликого сечению зерна, и его периметра

Вариант №3

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Масса бороздовой пробы (длина секции 1 м, сечение 10x5 см) слабо сульфидизированного гранита составляет	<ol style="list-style-type: none"> 1-2 кг 5-7 кг 9-10 кг 13-14 кг
2	Надежным методом количественного определения концентраций редкоземельных элементов в литохимических пробах является	<ol style="list-style-type: none"> Полуколичественный эмиссионный спектральный анализ Оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой Рентгено-флуоресцентный анализ
3	При подготовке литохимических проб к аналитическим исследованиям методом атомно-абсорбционной спектроскопии производится их	<ol style="list-style-type: none"> Растворение в царской водке Растворение в дистиллированной воде Сплавление с метаборатом лития Сплавление с оксидом свинца
4	Какие из элементов не определяются методом РСФА:	<ol style="list-style-type: none"> K, Rb Li, Be Fe, U Mg, Ca
5	Что исследует дифференциальный термический анализ?	<ol style="list-style-type: none"> изменение внутреннего теплосодержания материала при нагревании или охлаждении; дифференциальную температуру; сравнительную величину температуры превращений; тепловые эффекты, происходящие при нагревании.
6	Какого типа термический анализ эффективен для исследования осадочных пород?	<ol style="list-style-type: none"> Термогравиметрический анализ; Дифференциальный термический анализ; Комплексный термический анализ; Дилатометрический анализ.
7	Назовите примеры процессов, когда происходит уменьшение массы материала при нагревании	<ol style="list-style-type: none"> испарение различных типов воды; испарение самих веществ; разложение карбонатов, сульфатов, нитратов; плавление материалов; перегревание исследуемого вещества; плавление материалов и перегревание исследуемого вещества;
8	Назовите примеры экзотермических процессов?	<ol style="list-style-type: none"> кристаллизация из расплава при охлаждении; дегидратация воды, разложение солей, плавление, испарение; кристаллизация из расплава при охлаждении; окисление материалов, содержащих элементы с переменной валентностью; выгорание органических веществ; выгорание органических веществ.

9	Инфракрасная спектроскопия применяется для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. диагностики минералов 2. определения плотности минералов 3. определения природы окраски минералов 4. определения химического состава
10	При поглощении света его интенсивность в образце убывает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. пропорционально толщине 2. обратно пропорционально толщине 3. не зависит от толщины 4. экспоненциально
11	Порошок КВг применяется для пробоподготовки при ИК-спектроскопии, так как он:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Очень гигроскопичен 2. Имеет необходимую плотность 3. Прозрачен 4. Может быть использован многократно
12	В инфракрасной спектроскопии исследования проводятся в диапазоне	<ol style="list-style-type: none"> 1. 200-400 нм. 2. 0.4- 0.8 мкм 3. 1-25 мкм. 4. все выше перечисленное
13	Методом комбинационного рассеяния определяются частоты колебаний, которые могут быть так же определены методами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Термического анализа 2. Масспектрометрии 3. Инфракрасной спектроскопии 4. Рентгено-дифракционными
14	В спектре комбинационного рассеяния каждому пику соответствует:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химический элемент 2. Набор плоских сеток 3. Анион или катион 4. Колебание
15	Особенности химического состава образца отражаются на следующем типе электронных изображений:	<ol style="list-style-type: none"> 1. BSE 2. SE 3. CL 4. SE
16	Тройная точка H ₂ O равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0°C 2. -56°C 3. 31°C 4. -21,1°C
17	Двухфазовое включение гомогенизировалось в газ, какие выводы из этого следуют?	<ol style="list-style-type: none"> 1. включение является однокомпонентным 2. включение содержит CO₂ 3. плотность включения ниже критической 4. плотность включения выше критической
18	Ситовой метод гранулометрического анализа применяется для характеристики строения	<ol style="list-style-type: none"> 1. изверженных пород 2. метаморфических пород 3. обломочных пород 4. глинистых пород
19	В качестве характеристики линейного размера зерен в агрегате можно использовать	<ol style="list-style-type: none"> 1. только диаметр 2. только эффективный диаметр 3. только случайную хорду 4. любую из перечисленных величин
20	Фактор формы (коэффициент сферичности) изменяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. от -1 до + 1 2. от 0 до + 1 3. от 0 до бесконечности 4. от 1 до 100

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсовой работы демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсовой работы демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсовой работы демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Современные методы исследования минералов, горных пород и руд. / Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПГГИ, 1997.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Буланов В.А., Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006 г. 175 с.

2. Горобец Б.С., Рогожин А.А. Спектры люминесценции минералов. Справочник. М.: 2001. 316 с.
3. Гульбин Ю.Л. Методы количественного анализа и моделирование структуры минеральных агрегатов. СПб: Изд.СПГГИ, 2004. 147 с.
4. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. СПб: Анатолия, 2000.
5. Захарова Е.М. Атлас минералов россыпей. М.: ГЕОС, 2006.
6. Кельнер Р. и др. Аналитическая химия: проблемы и подходы. В 2-х т. М.: Мир, АСТ, 2004.
7. Колесов Б.А. Раман-спектроскопия в неорганической химии и минералогии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.
8. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М.: Недра, 1984.
9. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М., 2000 г.
10. Рёддер Э. Флюидные включения в минералах. М.: Мир, 1987. Т. 1–2.
11. Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый анализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М.: Техносфера, 2008.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Лабораторные методы исследования минералов, горных пород и руд (Методические указания для студентов специальности 21.05.02) [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Д.А. Петров, М.В. Морозов, Ю.Л. Гульбин и др. СПб, 2018. 76 с.

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 «Рукопт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
17. Mindat [сайт]: онлайн-база данных. URL: www.mindat.org/
18. Webmineral [сайт]: онлайн-база данных. URL: www.webmineral.com/
19. Rruff [сайт]: онлайн-база данных. URL: <https://rruff.info/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий Аудитории для проведения практических занятий

- жалюзи горизонтальные-2 шт.
- жалюзи-6 шт.
- коллекционный шкаф-18 шт.
- коллекция магматических пород-1 шт.
- коллекция метаморфических пород-1 шт.
- коллекция образцов минералов самородных элементов, сульфидов и их аналогов-1 шт.
- коллекция образцов минералов силикатов-1 шт.
- коллекция образцов минералов солей кислородных кислот-1 шт.
- коллекция осадочных пород-1 шт.
- компьютерная система ПО "Видео-Тест-Структура Мастер" с эл.-1 шт.
- кресло синие „imperia„-3 шт.
- объектив Plan-Neofluar с лампой и диафрагмой авизо-1 шт.
- осветитель боковой с источником питания-1 шт.
- осветитель волоконный для микроскопа с блоком питания-3 шт.
- осветитель-12 шт.
- передвижная ученич.доска для маркера 100 Smit-1 шт.
- прибор ПКС-250-1 шт.
- стол SS -12-1 шт.
- стол 140*55*72-4 шт.
- стол 160*80*72-4 шт.
- стол 180x80x72-8 шт.
- ступка агатовая с пестом диаметр 75 мл-2 шт.
- ступка из технической яшмы-1 шт.
- тумба (КФО 2)-2 шт.
- шкаф книжный из 071 сч.-1 шт.
- шкаф коллекционный-13 шт.
- шкаф-2 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