

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

***ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СТРОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
АГРЕГАТОВ***

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

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» 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 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:

Цель дисциплины «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» - сформировать у обучающихся представление о строении минеральных агрегатов, как одном из наиболее важных источников минералого- и петрогенетической информации.

Основные задачи дисциплины:

- знакомство обучающихся с главнейшими видами структур и текстур минеральных агрегатов и горных пород, а также геологическими и физико-химическими процессами, ответственными за их формирование;
- приобретение студентами навыков микроскопического описания структур и их генетической интерпретации;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области расшифровки генезиса минеральных агрегатов на основе микроструктурного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» являются: «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» являются «Кристаллография и минералогия», «Генетическая минералогия».

Дисциплина «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Петрология», «Поисковая минералогия», «Минеральная термобарометрия».

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

Процесс изучения дисциплины «Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов» 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	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать: наиболее важные порообразующие, аксессуарные 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

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
модели, определять геодинамическую обстановку минерало- и рудообразования, формулировать минералогические критерии оруденения		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 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
		6
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	40	40
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Подготовка к дифф.зачету	20	20
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, 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
1.	Раздел 1. Введение. Значение структуры минеральных агрегатов для расшифровки генезиса вулканических пород	12	4	-	4	4
2.	Раздел 2. Влияние кинетики застывания магм на форму и особенности внутреннего строения кристаллов	12	4	-	4	4
3.	Раздел 3. Интерпретация структур минеральных агрегатов плутонических пород	12	4	-	4	4
4.	Раздел 4. Интерпретация структур минеральных агрегатов субвулканических пород	12	4	-	4	4
5.	Раздел 5. Интерпретация структур минеральных агрегатов гранитоидных пород	14	4	-	4	6
6.	Раздел 6. Структуры распада твердых минеральных растворов	14	4	-	4	6
7.	Раздел 7. Интерпретация структур минеральных агрегатов метаморфических пород	18	6	-	6	6
8.	Раздел 8. Симплектиты, реакционные каемки, псевдоморфозы, их генетическая интерпретация	14	4	-	4	6
Итого:		108	34	-	34	40

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Введение. Значение структуры минеральных агрегатов для расшифровки генезиса вулканических пород	Понятие «структуры» и «текстуры» минерального агрегата. Роль структуры для расшифровки генезиса изверженных пород. Структура агрегатов и кинетика кристаллизации магм. Интерпретация структур вулканических пород. Степень кристалличности, ее связь с составом магм. Зернистость. Интерпретация зернистости в терминах скоростей нуклеации и роста кристаллов. Флюидальная текстура, ее связь с вязкостью магм. Пористая текстура и растворимость воды в силикатных расплавах. Миндалекаменная структура, ее происхождение. Перлитовая отдельность в риолитах, столбчатая отдельность в базальтах, условия их образования. Пиллоу-лавы и их происхождение. Структуры девитрификации. Микролиты и фенокристаллы. Структуры закалки.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Интерпретация порфировой структуры. Механизмы формирования гломеропорфировой структуры. Гетерогенная нуклеация. Поверхностная энергия и способы ее уменьшения. Дигедральный угол в тройной точке сочленения кристалл-расплав-кристалл. Синнезис.	
2	Раздел 2. Влияние кинетики застывания магм на форму и особенности внутреннего строения кристаллов	Эвгедральные, игольчатые и скелетные кристаллы. Кинетика роста скелетных кристаллов. Зависимость облика кристаллов от степени переохлаждения магм. Эволюция формы кристаллов плагиоклаза. Вариолитовая структура, условия ее формирования. Ликвация, примеры ликвационных структур. Структура спинифекс и ее происхождение. Причины зональности и секториальности. Зональность в плагиоклазе и механизмы ее формирования. Интерпретация ситовидной структуры в плагиоклазе. Признаки резорбции кристаллов. Оплавленный кварц, его морфология и генезис. Происхождение опацитовых каемок вокруг фенокристаллов.	4
3	Раздел 3. Интерпретация структур минеральных агрегатов plutonic пород	Панидиоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая структуры. Степень идиоморфизма кристаллов и порядок кристаллизации. Происхождение агпаитовой и офитовой структур. Кумулятивная структура, ее разновидности и механизмы формирования. Полосчатая текстура в расслоенных интрузиях и причины ее возникновения. Келифитовая структура. Реакционные короны вокруг кристаллов оливина в габбро. Перитектические реакции. Признаки субсолидусного происхождения корон. Субсолидусные реакции. Термодинамические условия формирования клинопироксен-шпинелевых и гранатовых корон.	4
4	Раздел 4. Интерпретация структур минеральных агрегатов субвулканических пород	Структуры субвулканических пород и условия их формирования. Интерпретация гигантозернистой структуры пегматитов. Интерпретация графической структуры. Закономерные срастания кварца и полевого шпата. Морфология кварцевых вrostков и признаки их магматического генезиса. Механизмы формирования эвтектической структуры. Концентрационное переохлаждение. Потеря устойчивости фронта кристаллизации. Зависимость узора эвтектики от степени переохлаждения. Секториальный рост	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		эвтектических колоний. Аплитовая структура.	
5	Раздел 5. Интерпретация структур минеральных агрегатов гранитоидных пород	Мирмекиты и особенности их внутреннего строения. Модели генезиса мирмекитов. Структура рапакиви и ее интерпретация. Овоиды. Модель изотермической декомпрессии. Модель смешения магм. Орбикулярная структура в гранитах и условия ее возникновения. Роль ликвации при формировании орбикулярной структуры в основных породах и карбонатитах.	4
6	Раздел 6. Структуры распада твердых минеральных растворов	Термодинамические и кинетические факторы возник-новения структур распада твердых растворов. Поле-вошпатовый сольвус. Скорость охлаждения и метаста-бильные фазы. Механизмы распада (на примере пла-гиоклаза). Спинодальный распад. Криптопертиты. Пироксеновый сольвус. Интерпретация структур распада твердого раствора пироксена, граната, оливина, тита-номагнетита. Сагенитовая решетка в биотите и ее про-исхождение. Видманштеттенова	4
7	Раздел 7. Интерпретация структур минеральных агрегатов метаморфических пород	Структуры нагрева. Гранобластез. Движущие силы метаморфической кристаллизации. Гранобластовая, лепидобластовая, нематобластовая и фибробластовая структура. Равновесная полиэдрическая структура. Поверхностная энергия и миграция межзеренных границ. Перекристаллизация с укрупнением. Структуры деформаций. Стресс. Виды деформаций. Пластическая деформация и ее механизмы. Дислокационный крип, диффузионный крип, скольжение по границам зерен. Механизмы дислокационного крипа (скольжение, механическое двойникование, изгиб). Структуры деформации кварца. Структуры и условия образования катаклазитов и милонитов. Динамическая рекристаллизация. Структуры рекристаллизации. Мало- и большеугловые границы. Сланцеватая текстура и механизмы ее формирования. Метаморфическая дифференциация. Полосчатая текстура в мигматитах. Плойчатая текстура и ее генезис. Порфиробластовая структура и роль кинетических факторов при ее форми- ровании. Механизмы порфиробластеза. Роль перегрева при формировании порфиробластовой структуры. Эпитаксия. Идиобласты и пойкилобласты. Зональность порфиробластов и	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		ее использование для реконструкции Р-Т траекторий. Изучение структуры агрегатов с целью расшифровки кинетики фазовых реакций. Порфиروبластез и деформация. Признаки до-, син- и пост-тектонического роста порфиробластов. Структура «снежного кома».	
8	Раздел 8. Симплектиты, реакционные каемки, псевдоморфозы, их генетическая интерпретация	Симплектиты, особенности их морфологии и генезиса. Гранат-пироксеновые симплектиты в эклогитах. Симплектиты в гранулитах. Реакционные каемки, развивающиеся в ходе ретроградного метаморфизма. Структуры замещения. Псевдоморфозы и их разновидности. «Теневые» структуры.	4
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Интерпретация структур вулканических пород	4
2	Раздел 2	Интерпретация структур вулканических пород	4
3	Раздел 3	Интерпретация структур плутонических пород	4
4	Раздел 4	Интерпретация структур субвулканических пород	4
5	Раздел 5	Интерпретация структур гранитоидных пород	4
6	Раздел 6	Интерпретация структур распада твердых	4
7	Раздел 7	Интерпретация структур метаморфических пород	6
8	Раздел 8	Интерпретация симплектитов	4
Итого:			34

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 дифф. 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 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. Значение структуры минеральных агрегатов для расшифровки генезиса вулканических пород.

1. Роль структуры для расшифровки генезиса изверженных пород.
2. Структура агрегатов и кинетика кристаллизации магм.
3. Степень кристалличности, ее связь с составом магм.
4. Интерпретация зернистости в терминах скоростей нуклеации и роста кристаллов.
5. Интерпретация порфировой структуры.

Раздел 2. Влияние кинетики застывания магм на форму и особенности внутреннего строения кристаллов.

1. Кинетика роста скелетных кристаллов.
2. Зависимость облика кристаллов от степени переохлаждения магм.
3. Эволюция формы кристаллов плагиоклаза.
4. Структура спинифекс и ее происхождение.
5. Происхождение опацитовых каемок вокруг фенокристаллов.

Раздел 3. Интерпретация структур минеральных агрегатов плутонических пород.

1. Степень идиоморфизма кристаллов и порядок кристаллизации.
2. Происхождение агпаитовой и офитовой структур.
3. Кумулятивная структура, ее разновидности и механизмы формирования.
4. Интерпретация келифитовой структуры.
5. Реакционные короны вокруг кристаллов оливина в габбро, признаки субсолидусного происхождения корон.

Раздел 4. Интерпретация структур минеральных агрегатов субвулканических пород.

1. Структуры субвулканических пород и условия их формирования.
2. Интерпретация гиганто-зернистой структуры пегматитов.
3. Интерпретация графической структуры.
4. Механизмы формирования эвтектической структуры.
5. Интерпретация аплитовой структуры.

Раздел 5. Интерпретация структур минеральных агрегатов гранитоидных пород.

1. Модели генезиса мирмекитов.
2. Структура рапакиви и ее интерпретация.
3. Орбикулярная структура в гранитах и условия ее возникновения.
4. Роль ликвации при формировании орбикулярной структуры в основных породах и карбонатитах.

Раздел 6. Структуры распада твердых минеральных растворов.

1. Термодинамические и кинетические факторы возникновения структур распада твердых растворов.

2. Интерпретация структур распада твердого раствора полевого шпата.
3. Интерпретация структур распада твердого раствора пироксена.
4. Интерпретация структур распада твердого раствора граната.
5. Сагенитовая решетка в биотите и ее происхождение.

Раздел 7. Интерпретация структур минеральных агрегатов метаморфических пород.

1. Движущие силы метаморфической кристаллизации.
2. Равновесная полиэдрическая структура.
3. Поверхностная энергия и миграция межзеренных границ.
4. Механизмы дислокационного крипа.
5. Механизмы порфиробластеза.

Раздел 8. Симплектиты, реакционные каемки, псевдоморфозы, их генетическая интерпретация.

1. Симплектиты, особенности их морфологии и генезиса.
2. Гранат-пироксеновые симплектиты в эклогитах.
3. Симплектиты в гранулитах.
4. Реакционные каемки, развивающиеся в ходе ретроградного метаморфизма.
5. Псевдоморфозы и их разновидности.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)

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

1. Какие причины способствуют появлению в горных породах вулканического стекла ?
2. Как образуются порфиновые вкрапленники в вулканических породах ?
3. Что такое гомогенная нуклеация ? гетерогенная нуклеация ?
4. Каковы причины появления скелетных кристаллов ?
5. Как изменяется форма кристаллов плагиоклаза с ростом переохлаждения расплава ?
6. Опишите структуру спинифекс и механизмы ее возникновения. В каких породах встречается эта структура ?
7. С какими причинами связано появление во вкрапленниках плагиоклаза прямой зональности ? обратной зональности ?
8. Как образуются ситовидные плагиоклазы ?
9. Что такое опацитовые каемки вокруг фенокристаллов роговой обманки и как они образуются ?
10. Что такое офитовая структура и как она образуется ?
11. Что такое кумулятивная структура в основных породах и как она образуется ?
12. В результате какой субсолидусной реакции образуются пироксен-шпинелевые короны вокруг кристаллов оливина ?
13. Наряду с пироксен-шпинелевыми коронами в метаморфизованных габбро встречаются пироксен-гранатовые короны. Как состав корон связан с условиями их формирования ?
14. Что является причиной гигантозернистой структуры пегматитов ?
15. Опишите механизмы формирования кварц-полевошпатовых сростаний с графической структурой ? Почему эту структуру называют эвтектической ?
16. Что такое мирмекиты и как они образуются ?
17. Как интерпретируется генезис структуры рапакиви в рамках модели изотермической декомпрессии ?
18. Какие аргументы свидетельствуют за и против модели смешения магм при формировании структуры рапакиви ?
19. Почему пертиты в полевом шпате часто наблюдаются в интрузивных породах, но не встречаются в эффузивных ?
20. О чем свидетельствует наличие мезопертитов в метаморфических породах ?
21. Что такое «равновесная полиэдрическая структура» минерального агрегата ?
22. Как интерпретируется порфиробластовая структура метаморфических пород ?

23. Какова роль перегрева метаморфических пород при формировании порфиробластовой структуры ?
24. Как образуются пойкилобласты ставролита ?
25. Какие виды пластических деформаций минеральных зерен вам известны ?
26. Как интерпретируется структура милонитов ?
27. Что такое динамическая рекристаллизация ?
28. Какие признаки указывают на синтетектонический порфиобластез ? постектонический порфиобластез ?
29. Как образуются гранат-пироксеновые симплектиты в эклогитах ?
30. Что такое минеральные псевдоморфозы и как они образуются ?

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

Вариант №1

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Какой фактор оказывает наибольшее влияние на структуру изверженных пород ?	1. условия кристаллизации (температура, давление) 2. кинетика кристаллизации 3. химический состав магмы 4. содержание летучих компонентов
2.	Какая структура возникает при медленной кристаллизации расплава на глубине и последующей закалки в ходе вулканического извержения ?	1. афировая 2. порфировая 3. витрофировая 4. фанеритовая
3.	Присутствие в коматиитах крупных скелетных кристаллов оливина свидетельствует о	1. высокой температуре коматиитового расплава 2. высокой вязкости расплава 3. низкой вязкости расплава 4. низкой температуре расплава
4.	Появление опацитовых каемок вокруг кристаллов роговой обманки в вулканических породах связано с	1. уменьшением температуры магмы 2. уменьшением общего давления 3. уменьшением водного давления 4. ростом содержания летучих компонентов в магме
	Офитовая структура основных пород является признаком кристаллизации базальтового расплава в	1. глубинных условиях 2. малоглубинных условиях 3. наземных условиях 4. подводных условиях
5.	Укажите структуру интрузивной породы, которая образуется в результате последовательной кристаллизации минералов.	1. кумулятивная 2. офитовая 3. агпайтовая 4. пегматитовая
6.	Кумулятивная структура ультраосновных пород, слагающих нижние горизонты расслоенных интрузий, возникает в результате	1. закалки расплава 2. различной скорости роста минералов 3. оплавления кристаллов 4. осаждения кристаллов на дно магматической камеры
7.	Укажите структуру интрузивной породы, которая образуется в результате субсолидусных реакций между минералами.	1. келифитовая 2. офитовая 3. пойкилоофитовая 4. гранулоофитовая

8.	Укажите реакцию, приводящую к образованию келифитовых каемок вокруг кристаллов оливина в габбро	<ol style="list-style-type: none"> 1. оливин + SiO₂ (расплав) = пироксен 2. оливин + плагиоклаз → энстатит + диопсид + шпинель 3. оливин + H₂O → серпентин + брейнерит 4. оливин + H₂O → тальк
9.	При быстром охлаждении расплава, обедненного летучими компонентами, формируется	<ol style="list-style-type: none"> 1. пегматитовая структура 2. аплитовая структура 3. структура распада твердого раствора 4. гигантозернистая структура
10.	Пертитовые вросстки альбита в калиевом полево шпате образуются в результате	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременной кристаллизации 2. последовательной кристаллизации двух минералов 3. двойникования кристаллов микроклина 4. распада твердого раствора калинатрового полевого шпата
11.	Равновесная (полиэдрическая) структура метаморфического агрегата образуется	<ol style="list-style-type: none"> 1. путем частичного плавления 2. путем избирательного растворения 3. при продолжительном нагреве породы в литостатических условиях 4. под воздействием стресса
12.	Мозаичное погасание в кварце является результатом	<ol style="list-style-type: none"> 1. упругих деформаций 2. пластических деформаций 3. хрупких деформаций 4. рекристаллизации
13.	Рекристаллизация – это процесс	<ol style="list-style-type: none"> 1. перекристаллизации индивидов, испытавших хрупкие деформации 2. перекристаллизации пластически деформированных индивидов 3. перекристаллизации с укрупнением зерен 4. залечивания трещин в кристаллах
14.	Сланцеватая текстура характерна для метаморфических пород	<ol style="list-style-type: none"> 1. из контактово-термальных ореолов 2. подвергшихся стрессу 3. подвергшихся частичному плавлению 4. с низким содержанием слюд
15.	Какая особенность строения агрегатов кальцита может служить признаком тектонической деформации мраморов ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. сланцеватость 2. полиэдрическая форма зерен 3. полисинтетические двойники в кальците 4. плейчатость
16.	Порфиробластез происходит в условиях	<ol style="list-style-type: none"> 1. слабого перегрева 2. сильного перегрева 3. слабого переохлаждения 4. сильного переохлаждения
17.	Укажите структурную особенность, свидетельствующую о синтетектоническом росте порфиробластов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. цепочки включений в порфиробластах повторяют рисунок сланцеватости 2. цепочки включений характеризуются S-образной или спиралевидной формой 3. порфиробласты не облекаются основной тканью 4. порфиробласты несут следы хрупких деформаций

18.	Симплектиты называют тесные прорастания двух и более минералов, возникающие за счет реакций, протекающих на фоне	<ol style="list-style-type: none"> 1. медленного охлаждения 2. быстрого охлаждения породы в условиях низкой активности H_2O 3. быстрого охлаждения породы в условиях высокой активности H_2O 4. быстрого нагрева породы в условиях высокой активности H_2O
19.	Условиями, благоприятными для формирования симплектитов, являются	<ol style="list-style-type: none"> 1. медленный нагрев и высокая активность воды в системе 2. медленное охлаждение и высокая скорость межгранулярной диффузии 3. быстрая декомпрессия и низкая скорость межгранулярной диффузии 4. частичное плавление горных пород
20.	В эклогитах образование симплектитов контролируется реакцией между	<ol style="list-style-type: none"> 1. плагиоклазом и диопсидом 2. орто- и клинопироксеном 3. омфацитом и гранатом 4. оливином и гранатом

Вариант №2

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Граниты с крупнозернистой равномерно- зернистой структурой слагают	<ol style="list-style-type: none"> 1. центральные зоны абиссальных интрузий 2. краевые зоны гипабиссальных интрузий 3. дайки 4. силлы
2	Причиной образования скелетных кристаллов в магматических породах является	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокая температура 2. низкая температура 3. сильное переохлаждение и повышенная вязкость расплава 4. слабое переохлаждение и пониженная вязкость расплава
3	Признаком оплавленного кварца в вулканических породах является	<ol style="list-style-type: none"> 1. дипирамидальный габитус 2. высокая степень идиоморфизма 3. волнистое погасание 4. округлая форма и появление заливообразных углублений на гранях фенокристаллов
4	Структура спинифекс наблюдается	<ol style="list-style-type: none"> 1. в зоне закалки коматиитовых потоков 2. в верхних слоях коматиитовых потоков, ниже зоны закалки 3. в нижних (кумулятивных) слоях коматиитовых потоков 4. в нижних частях базальтовых потоков

5	Одна из возможных причин обратной зональности в кристаллах плагиоклаза из вулканических пород –	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличение литостатического давления 2. понижение температуры расплава в ходе кристаллизации 3. смешение более кислой и более основной магмы 4. быстрый рост кристаллов
6	Агпаитовая структура щелочных пород является результатом 	<ol style="list-style-type: none"> 1. более ранней нуклеации эгирина 2. более ранней нуклеации нефелина 3. синхронного роста двух минералов и более высокой скорости роста нефелина 4. синхронного роста двух минералов и более высокой скорости роста эгирина
7	Офитовая структура основных пород является признаком кристаллизации базальтового расплава в	<ol style="list-style-type: none"> 1. глубинных условиях 2. малоглубинных условиях 3. наземных условиях 4. подводных условиях
8	Укажите структуру интрузивной породы, которая образуется в результате субсолидусных реакций между минералами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. келифитовая 2. офитовая 3. пойкилоофитовая 4. гранулоофитовая
9	Укажите реакцию, приводящую к образованию келифитовых каемок вокруг кристаллов оливина в габбро	<ol style="list-style-type: none"> 1. оливин + SiO₂ (расплав) = пироксен 2. оливин + плагиоклаз → энстатит + диопсид + шпинель 3. оливин + H₂O → серпентин + брейнерит 4. оливин + H₂O → тальк
10	При быстром охлаждении расплава, обедненного летучими компонентами, формируется	<ol style="list-style-type: none"> 1. пегматитовая структура 2. аплитовая структура 3. структура распада твердого раствора 4. гигантозернистая структура
11	Пертитовые вроски альбита в калиевом полевом шпате образуются в результате	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременной кристаллизации 2. последовательной кристаллизации двух минералов 3. двойникования кристаллов микроклина 4. распада твердого раствора калинатрового полевого шпата
12	Равновесная (полиэдрическая) структура метаморфического агрегата образуется	<ol style="list-style-type: none"> 1. путем частичного плавления 2. путем избирательного растворения 3. при продолжительном нагреве породы в литостатических условиях 4. под воздействием стресса

13	Мозаичное погасание в кварце является результатом	<ol style="list-style-type: none"> 1. упругих деформаций 2. пластических деформаций 3. хрупких деформаций 4. рекристаллизации
14	Рекристаллизация – это процесс	<ol style="list-style-type: none"> 1. перекристаллизации индивидов, испытавших хрупкие деформации 2. перекристаллизации пластически деформированных индивидов 3. перекристаллизации с укрупнением зерен 4. залечивания трещин в кристаллах
15	Сланцеватая текстура характерна для метаморфических пород	<ol style="list-style-type: none"> 1. из контактово-термальных ореолов 2. подвергшихся стрессу 3. подвергшихся частичному плавлению 4. с низким содержанием слюд
16	Какая особенность строения агрегатов кальцита может служить признаком тектонической деформации мраморов ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. сланцеватость 2. полиэдрическая форма зерен 3. полисинтетические двойники в кальците 4. плейчатость
17	Укажите пример минерального агрегата, являющегося симплектитом.	<ol style="list-style-type: none"> 1. пертит 2. перлит 3. мирмекит 4. кумулат
18	Условиями, благоприятными для формирования симплектитов, являются	<ol style="list-style-type: none"> 1. медленный нагрев и высокая активность воды в системе 2. медленное охлаждение и высокая скорость межгранулярной диффузии 3. быстрая декомпрессия и низкая скорость межгранулярной диффузии 4. частичное плавление горных пород
19	Механизмом образования симплектитов выступает	<ol style="list-style-type: none"> 1. псевдоморфное замещение 2. распад твердого раствора 3. порфиробластез 4. рост эвтектоидной колонии
20	Образование келифитовых кайм вокруг кристаллов граната в перидотитах связано с	<ol style="list-style-type: none"> 1. ростом температуры 2. ростом давления 3. падением давления 4. падением температуры в ходе формирования альпинотипных интрузий

Вариант №3

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Полнокристаллическая структура изверженных пород образуется при	<ol style="list-style-type: none"> 1. медленном охлаждении магмы 2. быстром охлаждении магмы 3. наземных вулканических извержениях 4. подводных излияниях лавы
2	Укажите механизм, приводящий к образованию кристаллов ситовидного плагиоклазов в вулканических породах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. зональный рост 2. секториальный рост 3. резорбция (частичное расплавление) кристаллов 4. альбитизация

3	Петельчатая структура дунитов образуется в результате	<ol style="list-style-type: none"> 1. реакции оливина с расплавом 2. субсолидусной реакции оливина с плагиоклазом 3. замещения оливина серпентином на постмагматической стадии 4. замещения оливина серпентином на магматической стадии
4	Резко выраженный идиоморфизм плагиоклаза по отношению к пироксену в случае офитовой структуры интерпретируют как результат	<ol style="list-style-type: none"> 1. последовательной кристаллизации сначала плагиоклаза, затем пироксена 2. последовательной кристаллизации сначала пироксена, затем плагиоклаза 3. синхронного роста двух минералов и более высокой скорости роста пироксена 4. синхронного роста двух минералов и более высокой скорости роста плагиоклаза
5	Крупнозернистая гипидиоморфнозернистая структура свойственна	<ol style="list-style-type: none"> 1. интрузивным породам 2. субвулканическим породам 3. жильным породам 4. вулканическим породам
6	Какой структурный признак указывает на формирование пегматитов в условиях сильного переохлаждения ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. гигантозернистая структура 2. наличие пертитов в ортоклазе 3. футляровидный и скелетный облик кварцевых вростков в ортоклазе 4. индукционная штриховка на гранях кварцевых вростков
7	Офитовая структура основных пород является признаком кристаллизации базальтового расплава в	<ol style="list-style-type: none"> 1. глубинных условиях 2. малоглубинных условиях 3. наземных условиях 4. подводных условиях
8	Укажите структуру интрузивной породы, которая образуется в результате субсолидусных реакций между минералами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. келифитовая 2. офитовая 3. пойкилоофитовая 4. гранулоофитовая
9	Укажите реакцию, приводящую к образованию келифитовых каемок вокруг кристаллов оливина в габбро	<ol style="list-style-type: none"> 1. оливин + SiO₂ (расплав) = пироксен 2. оливин + плагиоклаз → энстатит + диопсид + шпинель 3. оливин + H₂O → серпентин + брейнерит 4. оливин + H₂O → тальк
10	При быстром охлаждении расплава, обедненного летучими компонентами, формируется	<ol style="list-style-type: none"> 1. пегматитовая структура 2. аплитовая структура 3. структура распада твердого раствора 4. гигантозернистая структура
11	Пертитовые вростки альбита в калиевом полево шпате образуются в результате	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременной кристаллизации 2. последовательной кристаллизации двух минералов 3. двойникования кристаллов микроклина 4. распада твердого раствора калинатрового полевого шпата

12	Равновесная (полиэдрическая) структура метаморфического агрегата образуется	<ol style="list-style-type: none"> 1. путем частичного плавления 2. путем избирательного растворения 3. при продолжительном нагреве породы в литостатических условиях 4. под воздействием стресса
13	Сагенитовая решетка в биотите интерпретируется как результат	<ol style="list-style-type: none"> 1. эвтектической кристаллизации биотита и рутила 2. скелетного роста биотита 3. двойникования биотита 4. распада твердого раствора биотита
14	Пертитовые вроски альбита в калиевом полево шпате образуются в результате	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременной кристаллизации 2. последовательной кристаллизации двух минералов 3. двойникования кристаллов микроклина 4. распада твердого раствора калинатрового полевого шпата
15	Что является причиной отсутствия пертитов в санидине ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокая температура кристаллизации 2. низкая температура кристаллизации 3. медленное охлаждение 4. быстрое охлаждение
16	Равновесная (полиэдрическая) структура характерна для метаморфических пород	<ol style="list-style-type: none"> 1. из контактово-термальных ореолов интрузий 2. подвергшихся стрессу 3. подвергшихся частичному плавлению 4. с высоким содержанием слоистых силикатов (хлорита, мусковита и др.)
17	Мозаичное погасание в кварце является результатом	<ol style="list-style-type: none"> 1. упругих деформаций 2. пластических деформаций 3. хрупких деформаций 4. рекристаллизации
18	Какая текстура формируется под воздействием стресса ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. параллельно-сланцеватая 2. плейчатая 3. полосчатая 4. гнейсовидная
19	Какая текстура связана с повторной деформацией метаморфических пород ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. параллельно-сланцеватая 2. плейчатая 3. полосчатая 4. гнейсовидная
20	Причиной образования порфиробластовой структуры является	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокая скорость нуклеации 2. высокая скорость роста 3. низкая скорость роста 4. низкая скорость нуклеации минерала, образующего порфиробласты

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наука. 1975. 340 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://window.edu.ru/resource/962/67962>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Жабин А.Г. Онтогенез минералов. Агрегаты. М.: Наука, 1979.
2. Вернон Р.Х. Метаморфические процессы. Реакции и развитие микроструктуры. М.: Недра, 1980.
3. Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. СПб.: Невский курьер. 1997. 228 с.
4. Половинкина Ю.Ир. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических пород. М. Недра, 1966. Часть 1. Словарь терминов. Часть 2. Т. 1. Изверженные породы. Т. 2. Метаморфические породы.

5. Vernon R.H. A practical guide to rock microstructure. Cambridge, UK. 2004.

6. Baker A.J. Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures. Chapman & Hall, London, 1998.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Генетическая интерпретация строения минеральных агрегатов. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Ю.Л. Гульбин. СПб, 2018. 10 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 «Руконт»». <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 СС 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