

**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**

### ***ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ***

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

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Физическая химия геологических процессов»**  
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.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** Познакомить студентов с теоретическими основами физико-химического описания процессов образования минералов, горных пород и руд и сформировать у них представление о методах термодинамического моделирования в минералогии и петрологии

### Основные задачи дисциплины:

- знакомство обучающихся с базовыми принципами физико-химического моделирования
- обучение расчетам минеральных равновесий, построению и интерпретации фазовых диаграмм
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области физико-химического моделирования для решения геологических задач

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия геологических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 8 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физическая химия геологических процессов» являются: «Термодинамика и кинетика», «Петрология».

Дисциплина «Физическая химия геологических процессов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Минеральная термобарометрия».

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

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия геологических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность выполнять диагностику и изучение минералов, горных пород и руд с использованием современных методов исследований минерального вещества; делать выводы об условиях и механизмах их формирования, строить петрологические и геолого-генетические модели, определять геодинамическую обстановку минерало- и рудообразования, формулировать минералогические критерии оруденения	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать: наиболее важные порообразующие, 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

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>магматизма и метаморфизма;</p> <p>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;</p> <p>использовать минералого-петрографические методы при прогнозе, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, при проведении геолого-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>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Подготовка к лекциям	10	10
Подготовка к практическим занятиям	14	14
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Минералы и горные породы как физико-химические системы	12	4	4	-	4
Раздел 2. Изобарный потенциал как критерий направленности минералообразующих процессов	16	8	2	-	6
Раздел 3. Расчет реакций минералообразования с участием фаз постоянного и переменного состава	24	10	6	-	8
Раздел 4. Основы парагенетического анализа	20	10	4	-	6
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>24</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Минералы и горные породы как физико-химические системы	Введение. Основные понятия термодинамики (при-родная система, виды систем, параметры систем, урав-нение состояния, фаза и компонент). Минералы пере-менного состава. Методы расчета кристаллохимиче-ских формул Миналы. Изображение составов мине-ральных систем на бинарных и тройных диаграммах	4
2	Раздел 2. Изобарный потенциал как критерий направленности минералообразую щих процессов	Первое начало термодинамики. Энтальпия. Расчет теплового эффекта реакции минералообразования при постоянном давлении и температуре. Закон Кирхгофа. Энтропия и расчёт энтропийного эффекта при заданных давлении и температуре. Свободная энергия Гиббса как критерий направленности минералообразующих процессов	8
3	Раздел 3. Расчет реакций минералообразова ния с участием фаз постоянного и переменного состава	Зависимость изобарного потенциала от температуры и давления. Фугитивность. Расчет равновесных значений температуры и давления. Построение РТ диаграмм реакций с участием фаз постоянного состава. Принцип Ле-Шателье. Химический потенциал. Парциальные мольные величины. Фундаментальное уравнение Гиббса. Условие химического равновесия. Изобарный потенциал раствора как сумма химических потенциалов компонентов. Зависимость химического потенциала компонента от его концентрации. Активность. Кон-станта равновесия. Уравнение изотермы реакции. По-строение РТ диаграмм реакций с участием фаз пере-менного состава.	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Построение диаграмм гетерогенных равновесий в координатах активностей компонентов водных растворов. Eh-pH диаграммы	
4	Раздел 4. Основы парагенетического анализа	Правило фаз Гиббса. Минералогическое правило фаз Гольдшмидта (для закрытых систем). Треугольные диаграммы состав-парагенезис. Построение АСФ диа-граммы (на примере пироксеновых роговиков). Понятие инертных и вполне подвижных компонентов. Минералогическое правило фаз Коржинского (для открытых систем). Диаграммы в координатах химических потенциалов вполне подвижных компонентов и их топология. Пучки Скрейнемакера. Построение пучковой диаграммы (на примере карбонатитов).	10
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет кристаллохимических формул. Расчет минимального состава твердого минерального раствора и его нанесение на тройную диаграмму	4
2	Раздел 2	Расчет изобарного потенциала реакции минералообразования	2
3	Раздел 3	Построение P-T диаграммы минерального равновесия с участием газовой фазы. Построение диаграмм растворимости. Построение Eh-pH диаграммы	6
4	Раздел 4	Построение парагенетической диаграммы Эскола (АСФ диаграммы). Построение парагенетической диаграммы Коржинского	4
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 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 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. Минералы и горные породы как физико-химические системы.**

1. Понятие «природная система». Изолированные, закрытые и открытые системы
2. Термодинамические параметры и уравнение состояния.
3. Фазы и компоненты. Минералы переменного состава как физико-химические системы.
4. Расчет минального состава минеральных твердых растворов.
4. Изображение составов минеральных систем на бинарных и тройных диаграммах.

**Раздел 2. Изобарный потенциал как критерий направленности минералообразующих процессов.**

1. Энтальпия и расчет теплового эффекта реакции минералообразования при постоянном давлении и температуре. Закон Кирхгофа.
2. Энтропия и расчет энтропийного эффекта при заданных давлении и температуре.
3. Свободная энергия Гиббса как критерий направленности минералообразующих процессов.
4. Зависимость изобарного потенциала от температуры и давления.
5. Фугитивность.

**Раздел 3. Расчет реакций минералообразования с участием фаз постоянного и переменного состава.**

1. Построение  $PT$  диаграмм реакций с участием фаз постоянного состава.
2. Принцип Ле-Шателье.
3. Химический потенциал компонента раствора.
4. Фундаментальное уравнение Гиббса. Условие химического равновесия.
5. Изобарный потенциал раствора как сумма химических потенциалов компонентов.
6. Зависимость химического потенциала компонента от его концентрации. Активность.
7. Константа равновесия. Уравнение изотермы реакции.
8. Построение  $PT$  диаграмм реакций с участием фаз переменного состава.
9. Построение диаграмм гетерогенных равновесий в координатах активностей компонентов водных растворов.
10.  $Eh-pH$  диаграммы.

**Раздел 4. Основы парагенетического анализа.**

1. Правило фаз Гиббса.
2. Минералогическое правило фаз Гольдшмидта (для закрытых систем).
3. Треугольные диаграммы состав-парагенезис. ACF диаграмма Эскола.

4. Понятие инертных и вполне подвижных компонентов.
5. Минералогическое правило фаз Коржинского (для открытых систем).
6. Диаграммы в координатах химических потенциалов вполне подвижных компонентов.

Пучки Скрейнемакера.

7. Построение пучковой диаграммы (на примере карбонатитов).

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

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

1. Приведите примеры закрытых и открытых природных систем.
2. Из каких фаз и компонентов состоит горная порода (гранит, габбро)?
3. Назовите интервалы температур и давлений, характерных для земной коры.
4. Что такое мольная доля?
5. Чему равна стандартная энтальпия графита? золота?
6. Приведите примеры реакций минералообразования, идущих с поглощением теплоты.
7. Как изменяется энтропия (энтальпия) системы при дегидратации водосодержащих минералов?
8. Какая термодинамическая функция может служить критерием самопроизвольного протекания реакций минералообразования?
9. Как изменяется свободная энергия Гиббса минеральных систем в самопроизвольных процессах при постоянных давлении и температуре?
10. Напишите формулу, позволяющую рассчитать приращение свободной энергии, если известны тепловой и энтропийный эффекты реакции минералообразования.
11. Что служит критерием равновесия минеральных систем при постоянном давлении и температуре?
12. При каком условии будут самопроизвольного протекать эндотермические реакции?
13. При каком условии будут самопроизвольного протекать реакции, идущие с уменьшением энтропии?
14. Назовите условие химического равновесия в гетерогенной системе.
15. Что такое фугитивность? Как связаны фугитивность и давление?
16. При каких условиях фугитивность реального газа будет приблизительно равна давлению?
17. Что такое химический потенциал.
18. Что такое активность компонента раствора? Напишите формулу изобарного потенциала раствора как суммы химических потенциалов компонентов
19. Напишите формулу, зависимости химического потенциала компонента раствора от его активности.
20. Что такое константа равновесия?
21. Что такое растворимость минерала? Как количественно выражается растворимость?
22. Каково соотношение между активностью и концентрацией в водной растворе? в разбавленном водном растворе?
23. Что такое насыщенный водный раствор?
24. Сформулируйте минералогическое правило фаз по Гольдшмидту.
25. Что такое вариантность (число степеней свободы) минеральной системы?
26. Приведите пример невариантного (моновариантного) равновесия.
27. Почему горные породы являются дивариантными системами?
28. Что означает понятие «вполне подвижный компонент»? «инертный» компонент? Приведите примеры инертных и вполне подвижных компонентов.
29. Сформулируйте минералогическое правило фаз по Коржинскому.
30. Приведите примеры интенсивных и экстенсивных факторов минеральных равновесий.



### 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 % лекционных и 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 % лекционных и 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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Доливо-Добровольский В.В. Физическая химия геологических процессов. СПб.: СПГГИ, 2000.
2. Доливо-Добровольский В.В., Гульбин Ю.Л. Физическая химия геологических процессов. Методы физико-химических расчётов процессов минералообразования. СПб.: СПГГИ, 2002.
3. Жариков В.А. Основы физической геохимии. М.: МГУ, 2005.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

4. Булах А.Г., Кривовичев В.Г. Расчет минеральных равновесий. Л.: Недра, 1985.
5. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. СПб.: СПГГУ, 1995.
6. Вуд Б., Фрейзер Д. Основы термодинамики для геологов. М.: Мир, 1981.
7. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. М.: МГУ, 1976
8. Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. М.: Наука, 1973
9. Will T. M. Phase Equilibria in Metamorphic Rocks-Thermodynamic Background and Petrological Applications. Lecture Notes in Earth Sciences. Vol. 71. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1998.

### 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/](http://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/](http://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](http://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 лабораторных занятий**

- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-8 шт.
- доска белая Magnetoplan СС магнитно-маркерная с эмалевым покрытием (2000x1000)-1 шт.
- компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-17 шт.
- лазерный принтер Xerox Phaser 361 ODN-1 шт.
- моноблок Dell OptiPlex 7460 AIO CTO-18 шт.
- огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт.
- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-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