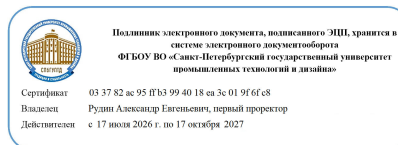


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР



А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.01

Экологическая химия

Учебный план: 2026-2027 20.04.01 ИПХиЭ ТБ ОО №2-1-99.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:
(специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
1	УП	16	16	32	89	27	5	Экзамен
	РПД	16	16	32	89	27	5	
Итого	УП	16	16	32	89	27	5	
	РПД	16	16	32	89	27	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

Зыкова Ирина Викторовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося по экологической химии, позволяющие проводить работу в области минимизации техногенного воздействия на окружающую среду и использования современных технических средств для обеспечения безопасности человека.

1.2 Задачи дисциплины:

- рассмотреть основные особенности строения и химического состава атмосферы, биосферы, литосферы, гидросферы;
- раскрыть принципы снижения техногенной нагрузки на окружающую среду;
- познакомить обучающегося с основными источниками и видами загрязнений окружающей среды, а также механизмами их трансформации.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущих уровнях образования.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен устанавливать причины и последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготавливать предложения по предупреждению негативных последствий.
Знать: современные проблемы химического загрязнения окружающей среды
Уметь: прогнозировать пути трансформации химических загрязнителей в окружающей среде
Владеть: навыками формулировки экологических проблем в области химического загрязнения и подходов к их решению

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Место экологической химии в системе наук об окружающей среде	1					О
Тема 1. Основные понятия экологической химии. Предмет экологической химии. Химическое загрязнение окружающей среды (ОС). Меры токсичности веществ: ПДК, ЛД, ЛК, классы опасности вредных веществ. Критерии выбора приоритетных загрязнителей.		1			3	
Тема 2. Термодинамический и кинетический подходы к изучению поведения загрязнителей в ОС. Термодинамический подход к изучению реакций, протекающих в ОС. Кинетический подход к изучению реакций, протекающих в ОС. Кинетические уравнения реакций целочисленных порядков.		1			4	
Раздел 2. Физико-химические процессы в атмосфере						К
Тема 3. Атмосфера земли: состав, строение и химические процессы. Состав и строение атмосферы. Основные зоны атмосферы. Температурная инверсия и тепловой режим. Превращение загрязнителей в тропосфере. Лабораторная работа: Расчет количества вредных веществ, поступающих в атмосферу от автомагистрали. Практическое занятие: Определение направления самопроизвольного протекания реакции, расчет равновесного выхода продукта.		1	2	4	1	
Тема 4. Свободные радикалы и фотохимические процессы в атмосфере. Свободные радикалы в тропосфере. Механизм фотохимических реакций. Превращения соединений азота в тропосфере. Фотохимический смог в городской атмосфере.		1			8	

Тема 5. Превращение соединений серы в тропосфере. Источники поступления и стоки диоксида серы в тропосфере: газофазное, жидкофазное окисление и окисление на поверхности твердых частиц. Кислотные осадки.		1			1	
Тема 6. Превращения соединений углерода в тропосфере. Моноксид углерода: источники поступления и стоки монооксида углерода в тропосфере. Метан: источники поступления и стоки монооксида углерода в тропосфере.		1			6	
Тема 7. Образование и разрушение озона в стратосфере. Разрушение озона в стратосфере: нулевой цикл, водородный цикл, азотный цикл, хлорный цикл, бромный цикл. Практическое занятие. Физико-химические процессы в атмосфере. кинетические закономерности.		1	2		1	
Тема 8. Дисперсные системы в тропосфере. Номенклатура и особенности тропосферного аэрозоля. Относительная устойчивость аэрозолей. Химический состав тропосферного аэрозоля: океанический аэрозоль, терригенный аэрозоль, антропогенный аэрозоль, вторичный аэрозоль сельских и городских районов.		1			8	
Раздел 3. Физико-химические процессы в гидросфере						
Тема 9. Основные процессы формирования состава природных вод. Аномальные свойства воды и состав природных вод. Формирование химического состава природных вод. Процессы растворения газов в природных водах. Процессы растворения твердых веществ в природных водах. Жесткость природных вод. Лабораторная работа: Определение физических показателей качества воды		1		4	1	
Тема 10. Кислотно-основные равновесия в природных водах. Карбонатная система и pH атмосферных осадков. Растворимость карбонатов и pH поверхностных и подземных вод. Лабораторная работа: Определение концентраций главных ионов в природной воде. Практическое занятие: Состав и классификация природных вод.		1	2	4	6	0
Тема 11. Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере. Окислительно-восстановительные равновесия в природных водах. Взаимосвязь между окислительно-восстановительными и кислотно-основными характеристиками природных вод. Практическое занятие: Процессы формирования состава природных вод. Лабораторная работа: Определение показателей загрязнения воды органическими соединениями.		1	4	4	8	
Тема 12. Процессы самоочищения водных экосистем. Виды загрязнений и каналы самоочищения водной среды. Физико-химические процессы: адсорбция. Химическое самоочищение: гидролиз, окисление. Микробиологическое самоочищение. Лабораторная работа: Определение концентраций минеральных форм азота в природной воде. Практическое занятие: Процессы самоочищения природных вод.		2	2	4	15	

Раздел 4. Физико-химические процессы в литосфере					
Тема 13. Механический и химический состав почв. Органические вещества почв. Гипергенез и почвообразование. Механический состав почв. Элементный и фазовый состав почв. Органические вещества почв. Классификация органических веществ почв. Неспецифические органические соединения в почвах. Специфические гумусовые соединения почв. Органоминеральные соединения в почвах. Лабораторная работа: Определение массовой доли гумуса в почвах по методу И. В. Тюрина.	1		4	6	К
Тема 14. Химические свойства почв. Поглотительная способность почв. Катионообменная способность почв. Обменные катионы почв. Щелочность и кислотность почв. Соединения азота в почве. Соединения фосфора в почве. Лабораторная работа: Определение обменной и гидролитической кислотности почвы. Практическое занятие: Основные характеристики почвы.	1	4	4	9	
Тема 15. Проблемы загрязнения почвенных экосистем. Проблема применения минеральных удобрений. Проблемы применения химических средств защиты растений. Лабораторная работа: Определение адсорбционной способности почвы на примере ионов меди.	1		4	12	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	16	16	32	89	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			24,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	66,5			113,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-2	описывает основные физико-химические процессы, происходящие в атмосфере, биосфере и гидросфере, основные методики определения загрязнений окружающей среды; прогнозирует влияние различных загрязнителей на окружающую среду (атмосферу, биосферу и гидросферу); правильно определяет пути решения экологических проблем, направленных на ликвидацию, или снижение негативного воздействия на окружающую среду.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы. Студент показывает правильное понимание поставленных вопросов, владеет навыками анализа условия, выбором нужных законов и формул для ее решения. Знает практическое применение существующих методик.	
4 (хорошо)	Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы. Студент показывает достаточное понимание условий поставленных вопросов, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Знает практическое применение существующих методик. Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Допускает погрешности при ответе на вопросы. Студент показывает достаточное понимание условий поставленных вопросов, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Затрудняется в практическом применении методик.	
3 (удовлетворительно)	Показывает знания учебного материала	
	в минимальном объеме. Допускает большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя. Студент показывает недостаточное понимание условий поставленных вопросов, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.	

2 (неудовлетворительно)	Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки. Не понимает условия поставленного вопроса, не может предложить варианты решения поставленных задач. Не знает существующих методик. Непонимание заданного вопроса. Не может предложить варианты решения поставленных задач. Не знает существующих методик. Не знает законов. Не может написать химические формулы. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	
-------------------------	---	--

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Специфические особенности атмосферы. Химический состав и основные зоны атмосферы.
2	Фотохимические реакции. Процессы с участием частиц в возбужденном состоянии. Фотохимические реакции, приводящие к появлению •ОН, •О ₂ Н и других радикалов в тропосфере.
3	Источники и стоки оксидов азота в тропосфере. Основные процессы, приводящие к образованию азотной кислоты и нитратов.
4	Оксиды азота. Взаимосвязь между строением молекул оксида азота (i), оксида азота (ii), оксида азота (iv) и временем их жизни в тропосфере.
5	Фотохимический смог, его особенности. Основные компоненты фото-химического смога: озон и пероксиацетилнитрат. Процессы, приводящие к их образованию.
6	Вертикальная структура атмосферы. Сухоадиабатический вертикальный градиент температуры в тропосфере. Глобальные температурные инверсии.
7	Образование и разрушение озона в стратосфере. Нулевой цикл озона. Водородный, азотный, хлорный и бромный циклы, приводящие к разрушению озона.
8	Происхождение аэрозолей. Дисперсный состав аэрозолей. Химический состав морского, терригенного, вулканического и антропогенного аэрозолей.
9	Источники и стоки диоксида серы в тропосфере. Газофазное и жидкофазное окисление диоксида серы, окисление на поверхности твердых частиц. Основные процессы, приводящие к образованию серной кислоты и сульфатов.
10	Источники (природные, квазиприродные и антропогенные) и стоки метана в тропосфере. Время жизни метана.
11	Условия существования устойчивого аэрозоля. Коагуляция микрочастиц. Седиментация макрочастиц.
12	Устойчивость атмосферы. Виды локальных температурных инверсий.
13	Критерии, по которым загрязнители ОС относят к приоритетным. Распространение в ОС, накопление в живых организма, устойчивость и способность к биоразложению.
14	Химическое загрязнение окружающей среды (ОС). Вредные вещества. Ксенобиотики. Концепция ПДК. Классы опасности вредных веществ.
15	Приоритетные загрязнители атмосферы. Виды химических превращений приоритетных загрязнителей. Важнейшие окислители в атмосфере, причина их появления.
16	Физические процессы самоочищения природных вод: осаждение взвешенных частиц, распределение загрязняющих веществ в водоеме в результате перемешивания.
17	Карбонатная система и pH атмосферных осадков.
18	Классификация природных вод.
19	Процесс растворения твердых веществ в природных водах. Показатель агрессивности природной воды. Показатель устойчивости твердого вещества по отношению к воде. Показатель степени неравновесности.
20	Физико-химические процессы самоочищения водной среды на границах раздела фаз вода - воздух и вода - твердое вещество: испарение и адсорбция.

21	Виды загрязнений и важнейшие процессы самоочищения природных вод.
22	Аномальные свойства воды. Химический состав природных вод.
23	Окисление загрязнителей в природных водах.
24	Неспецифические органические соединения в почвах: углеводы, лигнин, белки, липиды.
25	Загрязнение почв нефтепродуктами. Источники поступления нефтепродуктов в почву. Выведение нефтепродуктов из почв.
26	Проблема применения пестицидов: воздействие на живые организмы. Биоаккумуляция пестицидов. Выведение пестицидов из почвы
27	Щелочность и кислотность почв. Актуальные кислотность и щелочность почв. Потенциальные кислотность и щелочность почв. Обменная и гидролитическая кислотность почв.
28	Специфические гумусовые вещества почв. Гумусовые кислоты: гуминовые, гиматомелановые и фульвокислоты. Фракционирование гумусовых кислот. Различия строения и свойств гуминовых и фульвокислот.
29	Классификация органических веществ почвы по Д.С. Орлову.
30	Гипергенез и почвообразование.
31	Тяжелые металлы (ТМ) в почвах и почвенных компонентах. Источники поступления ТМ в почву. Выведение ТМ из почв.
32	Негативные последствия применения минеральных азотных и фосфорных удобрений.
33	Органоминеральные соединения в почвах.
34	Поглотительная способность почв: механическая, физическая, химическая и биологическая поглотительная способность. Катионообменная способность почв.
35	Элементный состав почв. Механический состав почв. Влагоемкость почвы. Водопроницаемость почвы.
36	Микробиологическое самоочищение природных вод
37	Гидролиз неорганических и органических загрязнений в природных водах.
38	Карбонатная система. Распределительная диаграмма карбонатной системы.
39	Щелочность природных вод.
40	Жесткость природных вод.
41	Окислительно-восстановительное равновесие в природных водах. Активность электронов. Показатель p_e . Связь p_e с окислительно-восстановительным потенциалом природной воды.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Тестовые задания не предусмотрены

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Какой процесс – растворение или осаждение церуссита PbCO_3 – будет происходить при его контакте с природной водой, в которой концентрации катионов свинца Pb^{2+} и карбонат-ионов CO_3^{2-} составляют 10^{-6} и 10^{-5} моль/л соответственно. $T = 298\text{K}$, давление равно атмосферному.

Термодинамические данные: $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Pb}^{2+}) = 11,82 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{CO}_3^{2-}) = -527,60 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{PbCO}_3) = -625,87 \text{ кДж/моль}$.

2. Какое значение pH будет наблюдаться в дождевой воде, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, который содержит в качестве примесей ("активных компонентов") 600 млн-1 CO_2 ? Принять температуру воздуха равной 298K , давление – $101,3 \text{ кПа}$, парциальное давление паров воды – $3,16 \text{ кПа}$. $K(\text{CO}_2) = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ моль/(л} \cdot \text{атм)}$; $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,45 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$.

3. Какая из двух природных вод более агрессивна по отношению к флюориту (CaF_2), если активности катионов кальция и фторид-ионов для первой и второй воды составляют:

$a_1(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-4} \text{ моль/л}$; $a_2(\text{Ca}^{2+}) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$;

$a_1(\text{F}^-) = 10^{-4} \text{ моль/л}$; $a_2(\text{F}^-) = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$.

Активность флюорита в твердой фазе принять равной единице.

4. Какое значение pH следует ожидать у дождевой воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим $0,035\%$ (об.) CO_2 и 5 млрд-1 NH_3 ? Температура воздуха равна 298K , давление – $101,3 \text{ кПа}$, парциальное давление паров воды – $3,16 \text{ кПа}$. $K(\text{CO}_2) = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ моль/(л} \cdot \text{атм)}$; $K(\text{NH}_3) = 89,1 \text{ моль/(л} \cdot \text{атм)}$; $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,45 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$; $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$.

5. Какая из двух природных вод более агрессивна по отношению к гиббситу ($\text{Al}(\text{OH})_3$), если активности катионов алюминия и гидроксид-ионов для первой и второй воды составляют:

$a_1(\text{Al}^{3+}) = 10^{-6} \text{ моль/л}$; $a_2(\text{Al}^{3+}) = 10^{-4} \text{ моль/л}$;

$a_1(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ моль/л}$; $a_2(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{ моль/л}$.

Активность гиббсита в твердой фазе принять равной единице.

6. Какой из минералов, не содержащих примесей, – железный шпат (FeCO_3) или марганцевый шпат (MnCO_3) – более устойчив в водном растворе при нормальном атмосферном давлении и температуре 25°C ?

Термодинамические данные: $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Fe}^{2+}) = -84,88 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{CO}_3^{2-}) = -527,60 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{FeCO}_3) = -665,09 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Mn}^{2+}) = -229,91 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{MnCO}_3) = -811,40 \text{ кДж/моль}$.

7. Проба природной воды имеет щелочность, равную $2,5 \text{ ммоль/л}$, значение pH этой воды равно $6,0$, температура 298K . Оцените концентрацию компонентов карбонатной системы в данной пробе. Каким будет парциальное давление диоксида углерода в воздухе, находящемся в равновесии с этой водой?

8. Какой из минералов, не содержащих примесей, – барит (BaSO_4) или целестин (SrSO_4) – более устойчив в водном растворе при нормальном атмосферном давлении и температуре 25°C ?

Термодинамические данные: $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Ba}^{2+}) = -547,50 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{SO}_4^{2-}) = -743,99 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{BaSO}_4) = -1348,43 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Sr}^{2+}) = -560,97 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{SrSO}_4) = -1332,42 \text{ кДж/моль}$.

9. Проба природной воды имеет щелочность, равную $3,0 \text{ ммоль/л}$, значение pH этой воды $7,5$, температура 298K . Оцените концентрацию компонентов карбонатной системы в данной пробе. Каким будет парциальное давление диоксида углерода в воздухе, находящемся в равновесии с этой водой?

10. Какой из минералов, не содержащих примесей, – витерит (BaCO_3) или стронцианит (SrCO_3) – более устойчив в водном растворе при нормальном атмосферном давлении и температуре 25°C ?

Термодинамические данные: $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Ba}^{2+}) = -547,50 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{CO}_3^{2-}) = -527,60 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{BaCO}_3) = -1132,77 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{Sr}^{2+}) = -560,97 \text{ кДж/моль}$; $\Delta G_{0\text{обр}}(\text{SrCO}_3) = -1145,00 \text{ кДж/моль}$.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в традиционной форме. На подготовку к ответу отводится 45 минут .

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Ларичкин, В. В., Ларичкина, Н. И., Немущенко, Д. А.	Экология: оценка и контроль окружающей среды	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/98826.html
Кизима, В. В., Куниченко, Н. А.	Экология	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	http://www.iprbookshop.ru/69293.html
Стадницкий, Г. В.	Экология	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	http://www.iprbookshop.ru/97814.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Леган, М. В.	Биоэкология	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/99347.html
Новиков, В. К.	Экология и инженерная защита окружающей среды	Москва: Московская государственная академия водного транспорта	2020	http://www.iprbookshop.ru/97330.html
Карлович, И. А.	Геоэкология	Москва: Академический проект	2020	http://www.iprbookshop.ru/109984.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:http://sutd.ru/studentam/extramural_student/.

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные занятия со студентами проводятся в специализированных помещениях кафедры, оборудованных химической посудой, химическими реактивами, измерительными приборами (термометры, pH-метры, весы, термометры, вязкозиметром,), дистиллятором, сушильными шкафами, муфельной печью, компьютером.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска