

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.01

Экологическая химия

Учебный план: 2024-2025 20.04.01 ИПХиЭ ТБ ОЗО №2-2-99.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: очно-заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
1	УП	17	17	17	102	27	5	Экзамен
	РПД	17	17	17	102	27	5	
Итого	УП	17	17	17	102	27	5	
	РПД	17	17	17	102	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 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Место экологической химии в системе наук об окружающей среде	1						0
Тема 1. Предмет экологической химии. Химическое загрязнение ОС: вредные вещества, ксенобиотики. Меры токсичности веществ: ПДК, ДСД, ЛД, ЛК, классы опасности вредных веществ. Критерии изучения загрязнителей. Приоритетные загрязнители (лекция-презентация). Практическое занятие: Физико-химические превращения в атмосфере: состав и строение атмосферы, приоритетные загрязнители.		1	2		5		
Тема 2. Термодинамический подход к изучению реакций, протекающих в ОС. Вычисление константы равновесия и состава равновесной смеси по термодинамическим данным. Кинетический подход к изучению реакций, протекающих в ОС. Кинетические уравнения реакций целочисленных порядков. Лабораторная работа: "Техника безопасности при проведении исследований в химической лаборатории. Точность и погрешность измерений."		1			6	ГД	

Раздел 2. Физико-химические процессы в атмосфере						
Тема 3. Квазипостоянные компоненты, «активные» примеси, атмосферное давление, вертикальная структура атмосферы. Температурная инверсия. Виды температурных инверсий: глобальные и локальные температурные инверсии. Устойчивость атмосферы (лекция-презентация).	1			1		
Тема 4. Свободные радикалы в тропосфере. Механизм фотохимических реакций. Соединения азота в тропосфере: источники и стоки оксидов азота в тропосфере, основные процессы, приводящие к образованию азотной кислоты и нитратов. Фотохимический смог (лекция-презентация). Практическое занятие: Физико-химические процессы в атмосфере: оценка направления самопроизвольного протекания реакции. Лабораторная работа: "Расчет количества вредных веществ, поступающих в атмосферу от автомагистрали".	1	2	4	9		,К

Тема 5. Превращение соединений серы в тропосфере: источники и стоки диоксида серы в тропосфере, газофазное, жидкофазное окисление и окисление на поверхности твердых частиц, основные процессы, приводящие к образованию серной кислоты и сульфатов. Кислотные осадки (лекция-презентация).	1			1		
Тема 6. Моноксид углерода: источники поступления в атмосферу и стоки. Метан: природные, квазиприродные и антропогенные источники поступления в атмосферу и стоки. Способы выражения концентраций газообразных примесей в атмосфере: объемные доли, объемные проценты, молярная концентрация, мольные доли. Окисление соединений азота и серы в атмосфере. Практическое занятие: Физико-химические процессы в атмосфере: расчет равновесного выхода продукта реакции. Лабораторная работа: "Определение концентрации диоксида углерода и окисляемости воздуха, как показателей антропогенного загрязнения воздуха и вентиляции помещений".	1	2		9		
Тема 7. Образование и разрушение озона в стратосфере: нулевой цикл, водородный цикл, азотный цикл, хлорный цикл, бромный цикл (лекция-презентация). Фотохимический смог. Образование и разрушение озона в тропосфере. Стационарная концентрация озона в тропосфере. Критерии устойчивости аэрозолей. Выведение аэрозолей из атмосферы.	1			1		

<p>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 (лекция-презентация). Практическое занятие: Физико-химические процессы в атмосфере: кинетические закономерности.</p>	1	2		10	ГД	
<p>Раздел 3. Физико-химические процессы в гидросфере</p>						
<p>Тема 9. Классификация природных вод по составу. Основные процессы формирования состава природных вод: растворение газов, растворение твердых веществ. Показатель агрессивности природной воды. Показатель неустойчивости твердого вещества по отношению к воде. Показатель степени неравновесности. Жесткость природных вод. Формирование состава природных вод. Процессы растворения газов в природных. Процессы растворения твердых веществ в природных водах.</p>	1			1	О	

<p>Тема 10. Карбонатная система и рН атмосферных осадков. Растворимость карбонатов и рН поверхностных и подземных вод. Распределительная диаграмма карбонатной системы. Щелочность природных вод. Процессы закисления поверхностных водоемов. Три стадии закисления (лекция-презентация). Лабораторная работа: "Определение физических показателей качества воды, взвешенных веществ и сухого остатка". Практическое занятие: Физико-химические процессы в гидросфере: состав и классификация природных вод.</p>	1	1	2	7		
<p>Тема 11. Окислительно-восстановительное равновесие в природных водах. Активность электронов, показатель p_e. Связь p_e с окислительно-восстановительным потенциалом природной воды. Взаимосвязь показателя p_e с водородным показателем природной воды (лекция-презентация). Практическое занятие: Физико-химические процессы в гидросфере: процессы формирования состава природных вод. Лабораторная работа: "Определение общей щелочности и карбонатной жесткости воды".</p>	1	2	2	9		

Тема 12. Физические процессы самоочищения природных вод: осаждение взвешенных частиц, распределение загрязняющих веществ в водоеме в результате перемешивания. Физико-химические процессы на границе раздела фаз: испарение, адсорбция. Химическое самоочищение водной среды: гидролиз; окисление ЗВ. Микробиологическое окисление (лекция-презентация). Лабораторная работа: "Определение главных ионов в природной воде". Практическое занятие: Процессы самоочищения природных вод.		2	2	2	15	ГД	
Раздел 4. Физико-химические процессы в почве							
Тема 13. Гипергенез и почвообразование. Типы почв. Механический состав почв. Элементный состав почв. Органические вещества почвы: неспецифические органические соединения, специфические гумусовые соединения почв, органоминеральные соединения. Лабораторная работа: "Определение содержания гумуса в почве методом Тюрина".		1		2	5		,К

Тема 14. Поглотительная способность почв. Пять видов поглотительной способности почв. Катионообменная способность почв. Емкость катионного обмена почвенного поглотительного комплекса. Щелочность и кислотность почв. Потенциальная щелочность и кислотность почв. Актуальная щелочность и кислотность почв. Обменная и гидролитическая кислотность почв (лекция -презентация). Лабораторная работа: "Определение обменной и гидролитической кислотности почв." Практическое занятие: Физико-химические процессы в почве.		1	2	2	9		
Тема 15. Основные источники и стоки загрязняющих веществ в почве. Негативное воздействие минеральных удобрений на почвенные экосистемы. ТМ в почвах и почвенных компонентах. Пестициды: воздействие на живые организмы. Загрязнение почв нефтепродуктами. Процессы самоочищения почв: испарение и десорбция газов, химические и биохимические превращения загрязнителей (лекция-презентация). Лабораторная работа: "Определение адсорбционной способности почвы на примере ионов меди". Практическое занятие: Процессы самоочищения почв.		2	2	3	14	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	17	102		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)			2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине			53,5		126,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
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.	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

5.1.2 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)	<p>Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя.</p> <p>Студент показывает недостаточное понимание условий поставленных вопросов, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки.</p> <p>Не понимает условия поставленного вопроса, не может предложить варианты решения поставленных задач. Не знает существующих методик.</p> <p>Непонимание заданного вопроса.</p> <p>Не может предложить варианты решения поставленных задач. Не знает существующих методик. Не знает законов. Не может написать химические формулы.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p>	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ 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, •O ₂ H 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.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Тестовые задания не предусмотрены

5.2.3 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. $T = 298K$, давление равно атмосферному.

Термодинамические данные: $\Delta G_{0обр}(Pb^{2+}) = 11,82$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(CO_3^{2-}) = -527,60$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(PbCO_3) = -625,87$ 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 кПа, парциальное давление паров воды – 3,16 кПа. $K_f(CO_2) = 3,3 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм); $K_1(H_2CO_3) = 4,45 \cdot 10^{-7}$ 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:

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

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

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 кПа, парциальное давление паров воды – 3,16 кПа. $K_f(CO_2) = 3,3 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм); $K_f(NH_3) = 89,1$ моль/(л·атм); $K_1(H_2CO_3) = 4,45 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

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

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

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

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: $\Delta G_{0обр}(Fe^{2+}) = -84,88$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(CO_3^{2-}) = -527,60$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(FeCO_3) = -665,09$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(Mn^{2+}) = -229,91$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(MnCO_3) = -811,40$ кДж/моль.

7. Проба природной воды имеет щелочность, равную 2,5 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: $\Delta G_{0обр}(Ba^{2+}) = -547,50$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(SO_4^{2-}) = -743,99$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(BaSO_4) = -1348,43$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(Sr^{2+}) = -560,97$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(SrSO_4) = -1332,42$ кДж/моль.

9. Проба природной воды имеет щелочность, равную 3,0 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: $\Delta G_{0обр}(Ba^{2+}) = -547,50$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(CO_3^{2-}) = -527,60$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(BaCO_3) = -1132,77$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(Sr^{2+}) = -560,97$ кДж/моль; $\Delta G_{0обр}(SrCO_3) = -1145,00$ кДж/моль.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 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»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
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

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
6.1.2 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

6.2 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/.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

6.4 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, рН-метры, весы, термометры, вязкозиметром,), дистиллятором, сушильными шкафами, муфельной печью, компьютером.

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