

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

« 21 » 02 2023 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.04

Теоретические основы технологии органических и неорганических веществ

Учебный план: 2023-2024 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-2-94.plx

Кафедра: **54** Химических технологий им. проф. А.А. Хархарова

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

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				
7	УП	34	17	17	121	27	6	Экзамен
	РПД	34	17	17	121	27	6	
8	УП	34	17	17	121	27	6	Экзамен
	РПД	34	17	17	121	27	6	
Итого	УП	68	34	34	242	54	12	
	РПД	68	34	34	242	54	12	

Санкт-Петербург
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Михайловская Анна
Павловна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой химических технологий им.
проф. а.а. хархарова

Сашина Елена Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: научить студентов использовать теоретические закономерности химико-технологических процессов для оптимизации технологических параметров при анализе работы действующих химических производств и создании новых процессов на предприятиях органического и неорганического синтеза.

1.2 Задачи дисциплины:

изучение общих закономерностей основных процессов, наиболее широко применяющихся в органических и неорганических производствах, с целью обоснования оптимальных технологических параметров и показателей для проведения конкретных процессов получения веществ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

Физическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области химической технологии органических и неорганических веществ

Знать: основные закономерности и механизмы реакций для решения задач проводимых исследований и разработок; теорию гомогенного и гетерогенного катализа

Уметь: составлять материальный баланс процессов химической технологии; применять данные кинетических, стереохимических и спектральных исследований для научного объяснения механизмов реакций в химической технологии

Владеть: методами анализа научно-технической информации для обоснования и проведения процессов химической технологии органических и неорганических веществ; навыками научного анализа и приемами составления схем химико-технологических процессов

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. Основные понятия	7						,Л
Тема 1. Виды реакций. Фазовое состояние реагентов и продуктов реакций. Природа воздействия физического агента. Катализ, ингибирование, инициирование. Химические инициаторы. Простые и сложные реакции. Элементарные и неэлементарные реакции. Переходное состояние и интермедиат. Профиль реакции. Постулат Хэммонда. Техника безопасности на производствах		2	2		4		
Тема 2. Механизмы реакций. Гомо- и гетеролитический разрыв связи. Основные интермедиаты. Маршрут реакции (понятие, классификация). Термодинамический и кинетический контроль. Направления протекания реакции (типы реакции). Молекулярность реакции. Гидролиз галогеналканов (механизмы SN1 и SN2)		2			4	ИЛ	
Тема 3. Кислоты и основания по И. Бренстеду, Г. Льюису. Суперкислоты. Молекулярный электростатический потенциал. Принцип жестких и мягких кислот и оснований. Теория М.И. Усановича. Кислотный и основной катализ: общий и специфический. Электрофильный и нуклеофильный катализ.		1		2	8		
Тема 4. Основы стереохимии. Элементы симметрии. Клиновидная проекция. Правила Кана-Ингольда-Перлгоа. Проекция Э. Фишера и М. Ньюмана.				4	8		
Раздел 2. Механизмы органических реакций: присоединение						,Л	
Тема 5. Реакции присоединения к изолированным малополярным и неполярным кратным связям. Реакции электрофильного присоединения (АЕ). Правило В.В. Марковникова. Пространственное течение реакций АЕ. Влияние заместителей на скорость реакции. Механизмы реакций электрофильного присоединения к алкенам: галогеноводородов, галогенов, воды. Реакции нуклеофильного присоединения (АН). Реакции радикального присоединения (АР). Механизмы реакций радикального присоединения к алкенам: Cl ₂ и SO ₂ Cl ₂ , HBr, CCl ₄ , ROH, RCHO, RCOOH, карбенов, меркаптанов	2	2		8			

Тема 12. Реакции нуклеофильного замещения. Реакции нуклеофильного замещения алифатических соединений S _N Alk. Классификация реакций по зарядному признаку. Общая характеристика механизмов S _N 1 и S _N 2 (механизм, профиль, скорость реакции). Рацемизация и вальденовское обращение. Ионизация субстрата в реакциях S _N 1. Влияние растворителя на скорость S _N 2 реакций. Межфазный катализ на примере S _N реакций. Аллильное и внутримолекулярное нуклеофильное замещение. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.	4		2	8	ИЛ	
Тема 13. Реакции электрофильного замещения. Реакции электрофильного замещения ароматического ряда S _E Ar. Классификация электрофилов в S _E реакциях в ароматическом ряду. Обобщенный механизм S _E (Ar). Строение σ- и π-комплексов в реакциях S _E (Ar). Ориентация в реакциях S _E (Ar) монозамещенных бензолов с точки зрения стабильности арениевого иона. Реакции электрофильного замещения в алифатическом ряду. Сходство и отличие реакций S _E с реакциями S _N . Нуклеофильное содействие. Реакции pH-кислот.	4	2		8		
Тема 14. Реакции радикального замещения. Реакции радикального замещения соединений алифатического ряда S _R Alk. Стадии инициирования, роста и обрыва цепи. Механизмы реакций галогенирования, нитрования в разных условиях и с разными реагентами.	2			8		
Раздел 5. Механизмы органических реакций: перегруппировка						
Тема 15. Сигматропные и прототропные перегруппировки. Определение и классификация реакций перегруппировки. [1,3-],[1,5-],[3,3-],[1,7-]-сигматропные перегруппировки. Перегруппировка Кляйзена и перегруппировка Коупа. Общие типы прототропной перегруппировки. Прототропные таутомерные превращения.	2		2	8	ИЛ	
Тема 16. Анионотропные перегруппировки. Перегруппировки с участием электронодефицитного атома углерода. Перегруппировки Вагнера-Меервейна. Пианколиновая перегруппировка. Перегруппировка Демьянова. Перегруппировка Фаворского. Перегруппировки с участием электронодефицитного атома азота. Перегруппировка Бекмана. реакция Гофмана.	2	2		8		Л,
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	17	121		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Раздел 6. Химическая связь						

Тема 17. Модель возникновения химической связи. Электронные структуры возбужденных атомов. Свойства ковалентной связи. Метод валентных связей. Тип гибридизации. Определение геометрии молекулы.	4	4	10	ИЛ	
Тема 18. Метод молекулярной орбиталей. Сущность метода. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали. Двухатомные гомоядерные молекулы. Магнитные свойства и окраска молекул. Силы межмолекулярного взаимодействия.	4	4	10		
Раздел 7. Координационные соединения					
Тема 19. Номенклатура и строение координационных соединений. Ионизация переходных металлов. Теория Вернера. Изомерия. Строение комплексных соединений по МВС. Константа образования комплекса.	2	2	12	ИЛ	,К
Тема 20. Теория кристаллического поля. Сильное и слабое поле лигандов. Цветность и магнитные свойства.	4	4	12		
Тема 21. Методы синтеза координационных соединений. Реакции обмена лигандов. Образование хелатных комплексов.	4	4	12		
Раздел 8. Редокс-процессы					
Тема 22. Основные понятия. Степень окисления. Окислители и восстановители. Типы редокс-процессов. Реакции, протекающие в газообразных и твердых фазах.	4	1	10		,К
Тема 23. Ионный метод составления уравнений окислительно-восстановительных реакций. Влияние среды на протекание редокс-процессов. Составление уравнений реакций при неизвестных продуктах.	2	2	10	ИЛ	
Тема 24. Окислительные потенциалы: понятие, таблица. Зависимость окислительного потенциала от концентраций. Расчет стандартных электродных потенциалов. Применение диаграмм Латимера, Фроста и Пурбе. Уравнение Нернста	4	3	10		
Тема 25. Электролиз и гальванический процесс. Сущность. Составление полуреакций, протекающих при электролизе в водном растворе на аноде и катоде. Растворимые и нерастворимые электроды. Законы Фарадея. Химические источники тока.	2	2	8		
Раздел 9. Количественные характеристики химических процессов					
Тема 26. Теоретический и практический материальный баланс. Последовательные и параллельные реакции. Ранг стехиометрической матрицы. Ключевые компоненты.	2	6	12		,К
Тема 27. Основные расчеты химического процесса. Степень конверсии, выход продукта на пропущенное и превращенное сырье, селективность процесса	2	2	15	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	17	121	

Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		141	291		

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-1	<p>Описывает закономерности основных реакций в химической технологии, представляет теоретические сведения по механизмам гомогенного и гетерогенного катализа для смещения равновесия реакций.</p> <p>Составляет материальный баланс по заданному количеству реагентов.</p> <p>Анализирует результаты исследований для научного объяснения механизмов реакций в химической технологии, используя в том числе сведения из научно-технической литературы.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практические задания</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теоретических основ технологии органических и неорганических веществ, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных положений дисциплины и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует понимание условий химических реакций, владение навыками анализа возможных путей их прохождения, выбора нужных реагентов и катализаторов, знание механизмов протекания основных типов химических превращений. При написании схем реакций объясняет роль каждого компонента.</p>
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает достаточный уровень знаний теоретических основ технологии органических и неорганических веществ, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условий химических реакций, владение навыками анализа возможных путей их прохождения, выбора нужных реагентов и катализаторов, знание механизмов протекания основных типов химических превращений. При написании схем реакций допускает незначительные погрешности, но объясняет роль каждого компонента.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать основные положения теоретических основ технологии органических и неорганических веществ, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на</p>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условий химических реакций и выбора нужных реагентов и катализаторов, но не владеет навыками анализа возможных путей их прохождения и знанием механизмов протекания основных типов химических превращений. При написании схем реакций и объяснении роли каждого компонента допускает незначительные погрешности.</p>

	экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные положения теоретических основ технологии органических и неорганических веществ; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся демонстрирует непонимание условий химических реакций и выбора нужных реагентов и катализаторов, не владеет навыками анализа возможных путей их прохождения и знанием механизмов протекания основных типов химических превращений. При написании схем реакций и объяснении роли каждого компонента допускает ошибки.

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 7	
1	Механизм электрофильного присоединения галогеноводородов к алкенам. Правило В.В. Марковникова
2	Механизм электрофильного присоединения галогенов к алкенам
3	Механизм электрофильного присоединения воды к алкенам
4	Механизм радикального присоединения Cl ₂ и SO ₂ Cl ₂ к алкенам
5	Механизм радикального присоединения HBr и CCl ₄ к алкенам
6	Механизм радикального присоединения ROH и RCHO к алкенам
7	Примеры реакций нулеофильного присоединения к алкенам
8	Реакционная способность карбонильной группы
9	Механизм нуклеофильного присоединения HCN, NH ₂ OH, H ₂ O, PCl ₅ к альдегидам и кетонам
10	Альдольная конденсация
11	Гидролиз азометинов
12	Реакции присоединения к сопряженным алкадиенам
13	Реакции Дильса-Альдера
14	Реакции присоединения к сопряженным непредельным альдегидам и кетонам
15	Реакции присоединения к эпоксидам
16	Классификация реакций элиминирования по относительному расположению атомов углерода, от которых происходит отщепление
17	Общая характеристика реакций E1, E1cB, E2 (механизм и скорость реакции)
18	E1-элиминирование
19	E1cB-элиминирование
20	E2-элиминирование
21	Элиминирование третичных аминов из гидроксидов тетраалкиламмония (правило Гофмана)
22	Механизмы E1 и E2 в сравнении
23	Факторы, влияющие на выход продуктов реакции элиминирования
24	Заторможенная и заслоненная конформации при E2-элиминировании
25	анти-Элиминирование производных циклогексана
26	Теория напряженности в циклах. Содержание энергии циклоалканов
27	Стереохимия E2-элиминирования галогеналкилов (син-, анти-дихотомия)
28	Стереохимия E2-элиминирования соединений с двумя хиральными центрами
29	Применение реакций элиминирования в органическом синтезе
30	Радикальное элиминирование
31	Классификация SN реакций в алифатическом ряду по зарядному признаку
32	Общая характеристика механизмов SN1 и SN2 (механизм, профиль, скорость реакции)
33	Рацемизация и вальденовское обращение
34	Влияние растворителя на скорость SN2 реакций
35	Межфазный катализ на примере SN реакций
36	Ионизация субстрата при SN1 реакциях

37	Аллильное и внутримолекулярное нуклеофильное замещение
38	Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду
39	Классификация электрофилов в SE реакциях в ароматическом ряду
40	Строение σ - и π -комплексов в реакциях SE(Ar)
41	Ориентирующее действие заместителей в ароматическом кольце с точки зрения строения аренииевого иона
42	Реакции электрофильного замещения в алифатическом ряду. Сходство и отличие реакций SE с реакциями SN
43	Нуклеофильное содействие
44	Электрофильное и нуклеофильное ацилирование
45	Реакции радикального замещения в алифатическом ряду
46	Реакции перегруппировки: общие понятия, классификация по природе мигрирующей группы
47	Сигматропные перегруппировки: механизм реакций, примеры [1,3]-, [1,5]-, [1,7]-, [3,3]-сигматропных перегруппировок
48	Хелотропные реакции
49	Прототропные перегруппировки с участием трехуглеродных систем с двойной связью
50	Прототропные перегруппировки с участием трехуглеродных систем с тройной связью
51	Прототропные перегруппировки с участием метиленазозиметинных систем
52	Кето-енольные и ендиольные таутомерные превращения
53	Имино-енаминные и амидо-имидольные таутомерные превращения
54	Нитрозо-оксимные и кольчато-цепные таутомерные превращения
55	Перегруппировки, протекающие с 1,2-алкильной миграцией: реакции Вагнера-Меервейна и пинаколиновая перегруппировка
56	Реакции перегруппировки, протекающие с расширением или сужением цикла: реакции Демьянова (дезаминирование циклических аминов), Фаворского (получение циклических кислот из α -галогенкетонот)в)
57	Перегруппировка Бекмана (анти- и син-конформации оксимов)
58	Получение первичных аминов реакцией Гофмана
59	Реакции перегруппировки, сопровождающиеся изменением атомного состава: примеры
60	Реакции перегруппировки, сопровождающиеся сохранением атомного состава: примеры
Семестр 8	
61	Взаимодействия между заряженными частицами
62	Модель возникновения химической связи
63	Движущая сила процесса образования химической связи Гайтлера и Лондона
64	Типы химической связи с позиции распределения электронной плотности между взаимодействующими атомами
65	Основные положения метода валентных связей
66	Возбужденные состояния атомов. Механизмы образования ковалентной связи
67	Свойства ковалентной связи: энергия и длина связи
68	Максимальная валентность атома
69	Кратность связи, наложение валентных схем
70	Направленность связей и теория гибридизации атомных орбиталей
71	Геометрия молекулы, метод Гиллеспи
72	Степень ионности ковалентной связи
73	Дипольный момент молекулы
74	Поляризуемость ковалентной связи
75	Основные положения метода молекулярных орбиталей
76	Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали
77	Энергетическая диаграмма ММО двухатомных молекул
78	Кратность связи по ММО
79	Парамагнетики и диамагнетики согласно ММО
80	Определение «координационные соединения»
81	Ионизация переходных металлов
82	Координационная теория Вернера
83	Построение формул координационных соединений
84	Дентантность лигандов
85	Изомерия лигандов

86	Геометрическая изомерия внутренней сферы
87	Оптическая изомерия внутренней сферы
88	Междусферная изомерия
89	Ступенчатая константа образования комплекса
90	Полная константа образования комплекса
91	Строение комплексных соединений по МВС
92	Строение комплексных соединений по МВС
93	Магнитные свойства координационных соединений
94	Теория кристаллического поля
95	Сильное и слабое поле лигандов
96	Цветность координационных соединений
97	Понятие о хелатных комплексах
98	Кристаллогидраты как комплексные соединения
99	Основные окислители и восстановители
100	Соединения с окислительно-восстановительной двойственностью
101	Основные типы окислительно-восстановительных реакций
102	Редокс-процессы в газообразных и твердых фазах
103	Редокс-процессы в растворах
104	Определение среды в окислительной-восстановительных реакциях
105	Выявление реально существующих ионных частиц в растворе методом полуреакций
106	Окислительно-восстановительные электроды
107	Количественная оценка редокс-процессов
108	Представление стандартных электронных потенциалов диаграммами Латимера
109	Зависимость стандартного электронного потенциала от степени окисления Red-Ox форм (диаграммы Фроста)
110	Зависимость электродного потенциала от pH с учетом фазовых систем (диаграммы Пурбе)
111	Связь между рядом напряжений металлов и периодической системой
112	Факторы, от которых зависят значения электродных потенциалов. Уравнение Нернста
113	Окислительно-восстановительные свойства воды
114	Влияние комплексообразования на протекание редокс-процессов
115	Гальванический элемент. Концентрационный элемент. Топливный элемент
116	Коррозия металлов
117	Электролиз в растворах. Полуреакции, протекающие на электродах
118	Электролиз: законы Фарадея
119	Химические источники тока
120	Электродные потенциалы

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Изобразите мостиковый ион бромония в виде всех возможных для него канонических структур.
2. Какие продукты образуются при восстановлении тетраметилэтилена смесью H₂ и D₂ в условиях гомогенного катализа?
3. Какой продукт образуется при взаимодействии ацилгалогенида с цис-бутеном-2 при нагревании до 50С? Что произойдет, если в качестве олефина использовать сопряженный диен?
4. Напишите пример гидратации тройных связей в присутствии солей ртути (реакция Кучерова) для незамещенного и монозамещенного ацетилена.
5. Напишите механизм реакции разложения стерически затрудненных четвертичных аммониевых оснований.
6. Изобразите структуры молекул азотной кислоты, аммиака, оксида азота (I) методом наложения валентных схем.
7. Методом Гиллеспи определите геометрию молекул хлорида титана, серной кислоты. Подтвердите расчетами число свободных пар центрального атома.
8. Используя метод МО определите, как изменяется длина связи и энергия связи в ряду CN⁺, CN, CN⁻.
9. В каких условиях - pH от 0 до 14, - пероксид водорода неустойчив к диспропорционированию.
10. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации хлорида гексаакваванадия (III), используя теорию кристаллического поля, определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

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

Студент имеет право пользоваться справочными таблицами, калькулятором. Количество вопросов в билете - 3-4. Время на подготовку ответа по билету - 60 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Гончарова, Г. Н.	Теоретические основы химии	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2017	http://www.iprbookshop.ru/75411.html
Левенец, Т. В., Горбунова, А. В., Ткачева, Т. А.	Основы химических производств	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/54136.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лобанова, В. Г., Поливанская, В. В., Деляна, В. И.	Химия. Окислительно-восстановительные реакции комплексных и органических соединений	Москва: Издательский Дом МИСиС	2018	http://www.iprbookshop.ru/84427.html
Безпрозванных А. В., Михайловская А. П., Новоселов Н. П., Абрамова Е. С.	Теория химических процессов органического синтеза. Реакции, приводящие к изменению углеродного скелета	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2687
Михайловская А. П.	Теоретические основы технологии органических веществ. Основные понятия	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202002

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Сайт института биотехнологии, пищевой и химической инженерии Алтайского государственного технического университета www.chem-astu.ru

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru

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

Учебная лаборатория, оснащенная вытяжкой, оборудованием, реактивами, химической посудой

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