

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.04

Теория химических процессов органического синтеза

Учебный план: _____ ФГОС3++b180301.12-23_23-14.plx

Кафедра: Органической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
5	УП	17	34	57	36	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

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):

Кандидат химических наук, доцент

Курзин А.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой органической химии

Тришин Ю.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области химической технологии органических веществ

1.2 Задачи дисциплины:

- Сформировать способности понимать физико-химическую суть процессов получения органических веществ;
- Раскрыть основные закономерности использования теоретических знаний в комплексной инженерной деятельности;
- Рассмотреть требования к выполнению технологических расчетов процессов и оборудования, к разработке технологических процессов, проектированию и использованию нового оборудования химической технологии.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Общая химическая технология

Введение в технологию органических веществ

Учебная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика

Учебная практика, ознакомительная практика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4: Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения

Знать: виды технической документации, используемой в химической технологии; классификацию и характеристику типового оборудования процессов химической технологии органических веществ; разновидность технологических схем, аппаратное оформление и принципы работы технологического оборудования для производства органических веществ.

Уметь: подбирать оборудование для конкретного процесса химической технологии органических веществ; осуществлять обработку результатов проведенных экспериментов и оценивать их погрешности; готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования, используемого в химической технологии.

Владеть: навыками осуществления технологических операций в синтезе продуктов органического синтеза; методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области химической технологии органических веществ.

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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Стехиометрия и материальные расчеты химических реакций.						3
Тема 1. Материальный баланс процесса и его характеристики Простые и сложные реакции, стехиометрически независимые реакции и ключевые веществ. Уравнения баланса простых и сложных реакций, таблицы балансов. Расчеты концентраций и парциальных давлений компонентов процесса.		1		4	ИЛ	
Тема 2. Безразмерные характеристики баланса реакций Степень конверсии, выходы, селективность. Парциальные молярные балансы.		1		4	ГД	
Раздел 2. Равновесие органических реакций	5					Л
Тема 3. Термодинамические основы равновесия органических реакций Основные термодинамические соотношения, их применение для расчета констант равновесия для идеальных газов по табличным данным. Расчет констант равновесия для реальных газов. Приближенные методы расчета констант равновесий, способ структурных групп. Расчет констант равновесий для жидкофазных и гетерофазных реакций Лабораторная работа 1. Определение концентрационной константы равновесия		1	12	3	ИЛ	
Тема 4. Экспериментальные методы определения констант равновесия Расчет состава равновесных смесей для разных типов простых и сложных реакций. Термодинамические факторы выбора условий химического процесса. Лабораторная работа 2. Определение константы скорости процесса		1	12	3	ГД	
Раздел 3. Основы кинетического исследования и построения кинетических моделей органических реакций.						

<p>Тема 5. Кинетика органических реакций Скорости, превращения веществ и скорости реакций, их определения. Кинетическое уравнение и кинетическая модель. Кинетическое исследование процесса, экспериментальные установки и варьируемые параметры. Лабораторная работа 3. Определение скоростей прямой и обратной реакции равновесного процесса</p>	3	10	8	ИЛ
<p>Тема 6. Связь кинетики и механизма органических реакций Гипотеза о схеме превращений для сложных реакций и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме реакций в построение кинетических уравнений. Элементарные и неэлементарные реакции, их механизм и кинетика. Метод маршрутов. Преобразование кинетических уравнений с учетом разных форм реагентов и катализаторов. Связь кинетики с селективностью сложных реакций.</p>	2		8	ГД
<p>Тема 7. Основы обработки кинетических экспериментальных данных Поиск констант уравнений методами линейного и нелинейного МНК. Проверка адекватности модели с экспериментом визуальным и статистическими методами. Дискриминация других гипотез. Оценка доверительного интервала найденных констант при обработке опытов по линейному и нелинейному МНК, доверительные эллипсоиды. Интегральный метод обработки опытов, его применение для простых и обратимых реакций с одной, двумя и более неизвестными константами, изучавшимися в периодических условиях и в потоке. Дифференциальный метод обработки опытов для простых и обратимых реакций разного типа. Параллельные реакции, закономерности в составе их продуктов и селективности. Определение отношения констант параллельных реакций и реакционной способности. Кинетическое исследование параллельных реакций. Последовательные реакции, закономерности в составе их продуктов и селективности, роль степени конверсии и соотношения реагентов определение соотношения констант последовательных стадий реакции. Кинетическое исследование последовательных и более сложных систем реакций интегральным и дифференциальным методами.</p>	2		9	ИЛ

<p>Тема 8. Типы органических реакций Радикальные реакции. Способы и характеристика стадии зарождения цепи. Продолжение и обрыв цепи. Механизмы основных радикально-цепных реакций замещения, расщепления и присоединения, характеристики их элементарных стадий. Кинетика неразветвленных цепных реакций, влияние способов зарождения и обрыва цепи. Разветвленные цепные реакции, их кинетические уравнения. Специальные методы исследования радикально-цепных реакций и свободных радикалов. Особенности исследования кинетики и обработки данных для радикальных реакций.</p> <p>Гомогенные катализаторы, требования к ним, достоинства и недостатки. Реакции нуклеофильного катализа, два типа их механизмов, построение и анализ кинетических уравнений, наличие некаталитической реакции и автокатализ. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа.</p> <p>Кислотно-основный и электрофильный катализ, их механизм и области применения. Концепция жестких и мягких кислот и оснований, ее применение для выбора катализаторов. Константы кислотности и основности. Абсолютная шкала кислотности и основности, кислотность и функция кислотности Гаммета, закономерности в их изменении. Скорости переноса протона. Специфический кислотно-основный катализ, анализ разных зависимостей их скорости от кислотности (основности) среды. А-1 и А-2 механизмы катализа. Кинетика общего кислотно-основного катализа, уравнение, Бренстеда.</p> <p>Электрофильный катализ. Строение и конфигурация каталитически активных комплексов переходных металлов, лиганды, правило 16-18 электронов. Элементарные реакции металлокомплексных соединений, их механизмы (диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, диссоциативная координация, внедрение, внешняя атака лиганда, элиминирование). Механизм важнейших реакций металлокомплексного катализа, их элементарные стадии и основные типы металлокомплексных катализаторов. Кинетика металлокомплексного катализа, функция закомплексованности катализатора, ингибиторы катализа.</p> <p>Особенности исследования промежуточных каталитических комплексов и кинетики гомогенно-каталитических реакций, обработки опытов интегральным и дифференциальным методами.</p> <p>Иммобилизованные гомогенные катализаторы, их виды, носители и способы получения. Особенности механизма и кинетики реакций на этих катализаторах, их преимущества и недостатки.</p> <p>Гетерофазные реакции Их значение и</p>						
		3		8		

Раздел 4. Основы выбора и оптимизации условий проведения химических процессов					
Тема 9. Основы расчета реакторов для проведения химико-технологических процессов различных типов Удельная производительность идеальных реакторов и их комбинаций, роль перемешивания и секционирования. Выбор типа реакционного узла для разных процессов по критерию удельной производительности. Влияние параметров процесса (концентраций, парциальных давлений, соотношения реагентов, степени конверсии, температуры) на удельную производительность реакторов. Возможности выбора этих параметров по критерию удельной производительности. Зависимость селективности сложных реакций от концентраций (парциальных давлений), соотношения реагентов, и степени конверсии, возможности регулирования селективности при помощи этих параметров. Влияние на селективность типа реакторов и способа введения реагентов. Расчет селективности для последовательностей идеальных реакторов, выбор типа реакционного узла по критерию селективности. Зависимость селективности от температуры.	2		4	ГД	ДЗ,3
Тема 10. Основы экономической оценки эффективности химико-технологических процессов Основы применения экономических критериев для оптимизации реакционного узла. Примеры оптимизации реакционного узла по экономическим критериям	1		6	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	53,5		90,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): В ходе выполнения курсовой работы студенты должны применить полученные навыки и знания химии и технологии органических веществ для расчета материального баланса, а также кинетико-термодинамического расчета процесса получения органического вещества. Во «Введении» следует указать современные методы синтеза заданного вещества, в основной части показать умения осуществлять необходимые химико-технологические расчеты, в «Заключении» дать рекомендации по оптимизации процесса.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Процесс получения монохлорпроизводных из углеводородов.

2. Процесс получения полихлорпроизводных из углеводородов.
3. Процесс окисления углеводородов до альдегидов.
4. Процесс окисления углеводородов до кислот.
5. Процесс окисления спиртов до альдегидов.
6. Процесс получения аминов из спиртов и аммиака.

7. Процесс диспропорционирования ароматических углеводородов.
8. Процесс получения сложных эфиров этерификацией.
9. Процесс получения спиртов из галогенпроизводных.
10. Процесс получения стирола из этилбензола.
11. Процесс получения нитрила бензойной кислоты и бензальдегида из толуола.
12. Процесс получения акрилонитрила.
13. Процесс получения простого эфира из спирта.
14. Процесс окисления алкена до эпоксида.
15. Процесс нитрования фенола
16. Процесс получения этилацетата

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа представляет собой набор задач, охватывающих различные аспекты теории химических процессов, от описания механизма реакции до расчета материального баланса реального производства. Задачи связаны между собой одной реакцией, а именно этерификацией. Выполнение курсовой работы предусматривает использование различных компьютерных программ для расчетов и оформления работы.

Тему курсовой работы выдает преподаватель, ведущий дисциплину, в обобщенном виде: «Расчет материального баланса производства этилацетата производительностью ... кг/ч». Конкретное значение производительности зависит от варианта.

Следует понимать, что как и любой другой отчет о проделанной научной работе, курсовая работа на первом этапе оценивается по формальным

признакам на соответствие поставленным требованиям по оформлению. Поскольку курсовая работа является разновидностью квалификационной работы, ее оценка зависит не только от качества проведенных автором расчетов и изложенной информации, но и от уровня общеметодологической подготовки курсовой работы. Прежде всего это находит отражение в ее композиции и оформлении.

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-4	1. Воспроизводит классификацию и характеристику типового оборудования процессов химической технологии органических веществ. 2. Подбирает оборудование для конкретного процесса химической технологии органических веществ. 3. Использует навыки осуществления технологических операций в синтезе продуктов органического синтеза.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий знание методов управления химико-технологическими процессами, а также глубокое понимание физико-химической сути процессов получения органических веществ. Обучающийся может производить технологические расчеты химико-технологических процессов и оборудования. Могут присутствовать несущественные ошибки, не связанные с сутью обсуждаемой проблемы. Критический, оригинальный подход к материалу.	Курсовая работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию. Проанализирована основная и дополнительная литература; Химико-технологические расчеты курсовой работы выполнены в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению курсовых работ, принятыми на кафедре органической химии. Защита курсовой работы проведена грамотно с демонстрацией мультимедийной презентации. Ответы на вопросы даны исчерпывающие.
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации (материалы лекций, рекомендованная литература). Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки, большая часть которых может быть исправлена	Химико-технологические расчеты курсовой работы выполнены в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению курсовых работ, принятыми на кафедре органической химии. Допустимо наличие незначительных погрешностей в оформлении курсовой работы. Проанализирована основная и

	самостоятельно при устном собеседовании с преподавателем.	дополнительная литература по проблематике курсовой . Защита курсовой работы проведена грамотно с демонстрацией мультимедийной презентации. Ответы на вопросы даны с несущественными ошибками.
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на материалах лекций. Может перечислить методы управления химико-технологическими процессами. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	В тексте курсовой работы присутствуют ошибки в химико-технологических расчетах, неточности и непоследовательность излагаемого материала. Недостаточно грамотная защита, слабое владение специальной терминологией, допущены существенные ошибки при ответе на вопросы.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Неспособность интерпретировать наблюдаемые или описываемые явления с позиций основных положений изученной дисциплины (вне зависимости от успешности выполненного письменного задания).	В курсовой работе неточно освещены вопросы темы, присутствуют значительные отклонения от необходимых требований, не выполнены химико-технологические расчеты; суждения и выводы отсутствуют; логика работы нарушена. Материал излагается с многочисленными ошибками и непоследовательно; ответы на вопросы отсутствуют. Курсовая работа не соответствует заданию.

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 5	
1	Особенности органических реакций, их классификации
2	Материальные характеристики химических процессов: мольные количества веществ, мольный поток, полнота реакции, уравнение материального баланса
3	Характеристика сложных реакций: основной, целевой и побочные продукты, стехиометрически независимые превращения, ключевые компоненты, их определение
4	Основные показатели химико-технологических процессов: степень конверсии, селективность, выход. Формулы для их расчета, уравнение, показывающее их взаимосвязь
5	Концентрация, парциальное давление и мольная доля вещества: определение, формулы для расчета
6	Термодинамические расчеты химического равновесия идеальных газофазных систем (ΔG и K_p): приближенные (метод структурных групп) и точные (метод Темкина-Шварцмана).
7	Особенности термодинамических расчетов химических равновесий для реальных газов: фугитивность, активность, коэффициент сжимаемости, приведенные параметры, K_p
8	Термодинамические характеристики химического равновесия жидкофазных систем
9	Методы экспериментального определения константы равновесия: статические, динамические. Роль K_p в химико-технологических расчетах
10	Классификация химических реакций по числу стадий
11	Классификация химических реакций по термическим и фазовым условиям
12	Классификация химических реакций по наличию и типу катализаторов, по кинетическому признаку
13	Классификация процессов по фазовой характеристике, виду катализатора
14	Классификация процессов по температурному режиму реактора
15	Классификация процессов по характеру движения исходных реагентов и продуктов реакций
16	Химический реактор: определение, требования и факторы, определяющие устройство реакторного аппарата, классификация реакторов по конструкции
17	Основные кинетические характеристики химических процессов: скорость превращения веществ, скорость и кинетические уравнения простых и сложных реакций
18	Кинетическая модель и основные этапы ее построения
19	Основные понятия гипотезы о механизме простых реакций: порядок реакции, переходное состояние (активированный комплекс) и его термодинамические характеристики
20	Особенности описания кинетики сложных реакций: метод стационарных концентраций, метод равновесий, метод маршрутов; истинные и эффективные константы скорости реакций

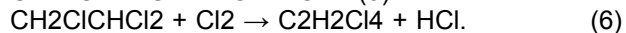
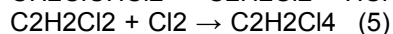
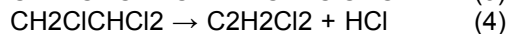
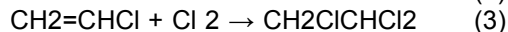
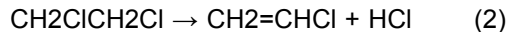
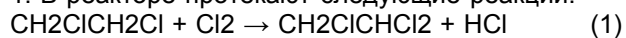
21	Основные этапы статистической обработки кинетических данных
22	Описание кинетики реакций в периодических условиях (линеаризация данных, МНК)
23	Особенности обработки кинетических данных реакций, проводимых в реакторе идеального вытеснения
24	Общая характеристика гомогенного катализа: определение, классификация, число оборотов катализатора, примеры реакций
25	Механизм и особенности кинетики гомогенного катализа
26	Механизм кислотного гомогенного катализа: специфический и общий кислотный
27	Механизм основного гомогенного катализа: специфический и общий основной катализ
28	Характеристика электрофильного катализа
29	Основные стадии металлокомплексного катализа, особенности его кинетики
30	Промышленные процессы металлокомплексного катализа
31	Характеристика гетерогенных катализаторов: классификация, основные требования, виды
32	Технологические характеристики гетерогенных катализаторов: удельная поверхность, пористость
33	Особенности кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Примеры таких процессов в промышленности
34	Стадии радикально-цепной реакции
35	Характеристика радикальных реакций замещения, присоединения
36	Кинетика радикальных реакций
37	Радикально-цепные процессы в промышленности
38	Идеальный периодический реактор и особенности кинетики химических процессов в периодических условиях
39	Реактор идеального вытеснения и особенности кинетики химических процессов в потоке (истинное и условное время контакта)
40	Экономические критерии для оптимизации реакционного узла

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

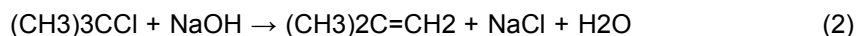
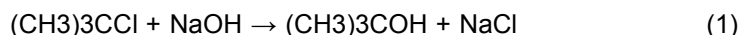
5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. В реакторе протекают следующие реакции:



В реактор подают 100 моль/ч дихлорэтана и 65 моль/ч хлора, а выходы винилхлорида, трихлорэтана, дихлорэтилена и тетрахлорэтана равны, соответственно, 0.21, 0.16, 0.23 и 0.09. Рассчитать степень конверсии дихлорэтана (A) и хлора

2. В периодическом реакторе в избытке NaOH идут реакции:



до полной конверсии трет-бутилхлорида.

Вычислить разницу энергий активации двух реакций, если выход спирта при 30 °С составил 90 %, а при 50 °С – 70 %.

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

Время на подготовку ответа по билету 40 минут.

На защиту курсовой работы обучающийся представляет текст курсовой работы (в том числе обязательно в электронном виде). Защита происходит посредством демонстрации презентации. Время, отводимое обучающемуся на доклад, ограничено (8–10 мин).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Субочева, М. Ю., Брянкин, К. В., Дегтярев, А. А.	Теория химико-технологических процессов органического синтеза	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2012	http://www.iprbooks.hop.ru/63928.html
Илалдинов, И. З., Гаврилов, В. И.	Теория химико-технологических процессов органического синтеза	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2012	http://www.iprbooks.hop.ru/62305.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
А.В. Евдокимов	Теория химико-технологических процессов органического синтеза. [Текст]. Ч.1. Гетерофазные реакции: учеб. пособие	М- во образования РФ, СПбГТУРП	2011	http://nizrp.narod.ru/teorchemtexn.htm
Л.М. Попова, С.В. Вершилов	Технология органических веществ [Текст]. Ч.1.: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб. : СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem//8.pdf
А.Н. Евдокимов, А.В. Курзин	Основы химико-технологических расчетов процессов производства органических веществ [Текст]: учеб. пособие	М-во образования РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2.pdf
Л.М. Попова	Технология органических веществ [Текст] Ч. II : учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2019_06_05_01.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition
Microsoft: WIN HOME 10 Russian OLPNL AcademicEdition Legalization GetGenuine

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

Аудитория	Оснащение
Б-322	Приборы для определения температуры плавления, весы лабораторные, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, микрокомпрессоры, вытяжные шкафы, водоструйные насосы, термостат, вытяжной шкаф, весы лабораторные, нагревательные плитки, ионизатор, рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления, сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.
Б-339	Рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления, сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска