

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.1.1 Методы разделения и концентрирования

Направление подготовки/специальность: 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/направленность/специализация: Нефтехимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

Тамбов, 2022

Автор программы:

Кандидат химических наук, Балыбин Дмитрий Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 909).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	13

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен организовывать проведение химических и физико-химических анализов с целью обеспечения лабораторного контроля соответствия качества

ПК-6 Способен составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: сбора, переработки, утилизации и хранения отходов производства; обеспечения экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-1 Способен организовывать проведение химических и физико-химических анализов с целью обеспечения лабораторного контроля соответствия качества	Применяет знания современных основ методов разделения и концентрирования и их применения для решения теоретических и практических задач на системном уровне
	ПК-6 Способен составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований	Анализирует знания современных основ в области методов разделения и концентрирования и и применяет их для решения основных теоретических и практических задач

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен организовывать проведение химических и физико-химических анализов с целью обеспечения лабораторного контроля соответствия качества

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очно-з аочная (семест р)
		4
1	Научно-исследовательская работа	+

ПК-6 Способен составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очно-з аочная (семест р)	
		4	5
1	Научно-исследовательская работа	+	
2	Преддипломная практика		+

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» изучается в 2 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 5 з.е.

Очно-заочная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	180
Контактная работа	26
Лекции (Лекции)	10
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	118
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.	Формы текущего контроля
-----------	--------------------------	-----------------------------	----------------------------

		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
2 семестр					
1	Методы разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе	2	4	24	Реферат; защита презентаций
2	Основные количественные характеристики концентрирования	2	4	24	Опрос; защита презентаций
3	Классификация методов разделения и концентрирования: физические методы	2	4	22	Реферат
4	Классификация методов разделения и концентрирования: химические методы	2	4	24	Реферат; защита презентаций
5	Классификация методов разделения и концентрирования: физико-химические методы	2	-	24	Опрос

Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе (ПК-6)

Лекция.

Методы разделения и концентрирования. Гибридные и комбинированные методы анализа. Хроматография. Селективные и неселективные методы анализа. Хроматомасспектрометрические методы, сорбционно-хроматографические методы или сочетание хроматографии с инверсионной вольтамперометрией. Разделение. Выделение. Концентрирование. Абсолютное и относительное концентрирование. Индивидуальное и групповое концентрирование

Практическое занятие.

1. Разделение и идентификация катионов тяжелых металлов методом восходящей бумажной хроматографии (Ni^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).
2. Разделение и идентификация галогенид-анионов методом восходящей бумажной хроматографии (F^- , Cl^- , Br^- , I^-).
3. Разделение и идентификация катионов тяжелых металлов методом радиальной бумажной хроматографии (Ni^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).
4. Разделение и идентификация фенолов методом ТСХ (фенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин).

Задания для самостоятельной работы.

1. Почему появляется размерность коэффициента распределения в случае сорбционного концентрирования.
2. В чем принципиальное отличие коэффициента распределения от константы распределения в экстракции.
3. Назовите отличие экстрагента от разбавителя и экстракта.

Тема 2. Основные количественные характеристики концентрирования (ПК-1)

Лекция.

Количественные характеристики концентрирования: степень выделения или извлечения, коэффициент распределения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения

Практическое занятие.

Ионообменная хроматография Определение железа и меди при совместном присутствии с предварительным разделением на катионите КУ-2-8.

Задания для самостоятельной работы.

1. Есть ли предел величины коэффициента концентрирования и может ли коэффициент концентрирования достигать бесконечно большой величины. Укажите, в каких случаях.
2. В чем отличие сорбционного концентрирования в динамическом режиме и метода сорбционного фильтра.
3. Определите круг элементов, для которых предпочтительно концентрирование соосаждением на гидроксидных и сульфидных коллекторах.

Тема 3. Классификация методов разделения и концентрирования: физические методы (ПК-6)

Лекция.

Физические методы: фильтрация и гель-фильтрация, сублимация, центрифугирование, отгонка и родственные методы, сублимация, вымораживание, кристаллизация.

Практическое занятие.

Экстракционные разделения Спектрофотометрическое определение меди и никеля в виде диэтилдитиокарбаминатных комплексов с предварительной экстракцией четыреххлористым углеродом.

Задания для самостоятельной работы.

1. В каких случаях необходимо применять экстракцию в непрерывном режиме и сорбцию в динамическом режиме.
2. При каких параметрах концентрирования достигается максимально возможное разделение двух веществ.
3. Какие методы концентрирования удобнее сочетать с одноэлементными методами анализа, а какие с многоэлементными методами анализа и почему

Тема 4. Классификация методов разделения и концентрирования: химические методы (ПК-1)

Лекция.

Химические методы: химические транспортные реакции, отгонка после химических превращений, пробирная плавка

Практическое занятие.

Адсорбционная колоночная хроматография

1. Ознакомление с аппаратурой для газовой хроматографии и основами метода.
2. Разделение и определение методом внутренней нормализации легких газов.
3. Ознакомление с аппаратурой для ВЭЖХ и основами метода.
4. Разделение, идентификация фенолов и определение одного из компонентов смеси методом ВЭЖХ с использованием градуировочной зависимости.

Задания для самостоятельной работы.

1. Аналитические реакции в определении продуктов водно-солевого обмена.
2. Методы количественного анализа в определении продуктов азотного (белкового) обмена.
3. Люминесцентный анализ (флуориметрия) биологических объектов (БО) (определение витаминов, гормонов и др.) или объектов окружающей среды (ООС).
4. Применение фотоколориметрии (спектрофотометрии) в анализе БО или ООС.

Тема 5. Классификация методов разделения и концентрирования: физико-химические методы (ПК-1)

Лекция.

Физико-химические методы: экстракция, сорбция, осаждение и соосаждение

Практическое занятие.

Не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Задачи и методы разделения и концентрирования при определении микроэлементов в БО или ООС.
2. Ферментативный анализ.
3. Аналитический контроль каталитической активности ферментов.
4. Форма нахождения элементов в БО или ООС и способы пробоподготовки.
5. Биологические методы в анализе воды и ООС.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

защита презентаций

Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе

1. Методы разделения и концентрирования.
2. Гибридные и комбинированные методы анализа.
3. Хроматография. Селективные и неселективные методы анализа.
4. Хроматомасспектрометрические методы, сорбционно-хроматографические методы или сочетание хроматографии с инверсионной вольтамперометрией.

Тема 2. Основные количественные характеристики концентрирования

1. Количественные характеристики концентрирования.
2. Степень выделения или извлечения.
3. Коэффициент распределения.
4. Коэффициент концентрирования.
5. Коэффициент и разделения.

Тема 4. Классификация методов разделения и концентрирования: химические методы

1. В чем принципиальное отличие коэффициента распределения от константы распределения в экстракции.
2. Назовите отличие экстрагента от разбавителя и экстракта.
3. Есть ли предел величины коэффициента концентрирования и может ли коэффициент концентрирования достигать бесконечно большой величины. Укажите, в каких случаях.

4. В чем отличие сорбционного концентрирования в динамическом режиме и метода сорбционного фильтра.
5. Определите круг элементов, для которых предпочтительно концентрирование соосаждением на гидроксидных и сульфидных коллекторах

Опрос

Тема 2. Основные количественные характеристики концентрирования

1. Разделение и идентификация катионов тяжелых металлов методом восходящей бумажной хроматографии (Ni^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).
2. Разделение и идентификация галогенид-анионов методом восходящей бумажной хроматографии (F^- , Cl^- , Br^- , I^-).
3. Разделение и идентификация катионов тяжелых металлов методом радиальной бумажной хроматографии (Ni^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).
4. Разделение и идентификация фенолов методом ТСХ (фенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин).

Тема 5. Классификация методов разделения и концентрирования: физико-химические методы

1. Понятие физических методов и их классификация
2. Использование физических методов при экспертном исследовании.
3. Понятие физической величины «плотность». Методы определения плотности
4. Микрористаллоскопический анализ.
5. Пирохимический анализ.

Реферат

Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе

1. Разделение. Выделение. Концентрирование.
2. Абсолютное и относительное концентрирование.
3. Индивидуальное и групповое концентрирование.

Тема 3. Классификация методов разделения и концентрирования: физические методы

1. Определение железа и меди при совместном присутствии с предварительным разделением на катионите КУ-2-8.
2. Спектрофотометрическое определение меди и никеля в виде диэтилдитиокарбаминатных комплексов с предварительной экстракцией четыреххлористым углеродом

Тема 4. Классификация методов разделения и концентрирования: химические методы

1. Аппаратура для газовой хроматографии и основами метода.
2. Разделение и определение методом внутренней нормализации легких газов.
3. Аппаратура для ВЭЖХ и основами метода.
4. Разделение, идентификация фенолов и определение одного из компонентов смеси методом ВЭЖХ с использованием градуировочной зависимости

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-1, ПК-6)

Типовые вопросы экзамена

1. Цели, функции и формы экологического контроля.
2. Система видов экологического контроля (государственный, ведомственный,

производственный и общественный контроль) и их организация.

3. Экологическая служба предприятия.

4. Направления деятельности производственного экологического контроля на предприятии.

5. Формы учетной документации по экологическому контролю.

6. Программы и графики производственного экологического контроля.

7. Проверка и обеспечение выполнения требований экологического законодательства.

Организация экологического контроля.

8. Законодательное регулирование производственного экологического контроля.

9. Классификация средств экологического контроля.

10. Современное аналитическое оборудование для экологического контроля.

11. Контроль загрязняющих веществ в воздухе.

12. Обобщенные показатели при контроле загрязнения сточных вод.

13. Методы контроля загрязнения почв.

Типовые задания для экзамена (ПК-1, ПК-6)

1. Оценка экологической опасности токсичных отходов и способы обращения с ними

2. Отходы как вторичные минеральные ресурсы

3. Основные виды отходов горно-добычных производств и способы обращения с ними.

4. Классификация отходов по агрегатному состоянию, по устойчивости

3. Классификация отходов по степени опасности

4. Классификация отходов по причине происхождения

5. Классы опасности отходов

6. Классификация отходов добычных производств

7. Основные инженерные решения при обустройстве хвостохранилищ

8. Типы хвостохранилищ

9. Типы ограждающих дамб хвостохранилищ

10. Что такое техногенные месторождения?

11. Технологии переработки ТБО

12. Обезвреживание ТБО обустройством санитарной земляной засыпки.

13. Уничтожение ТБО методом сжигания

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ПК-1	Демонстрирует высокий уровень практических навыков и теоретических знаний в области методов разделения и концентрирования и готов их применять для решения теоретических и практических задач на системном уровне
	ПК-6	Демонстрирует высокий уровень знания современных основ методов разделения и концентрирования и их применения для решения теоретических и практических задач на системном уровне, в том числе подготовке отчетов, публикаций.
	ПК-1	Демонстрирует достаточный уровень практических навыков и теоретических знаний в области методов разделения и концентрирования и способен их применять для решения ряда теоретических и практических задач

«хорошо»	ПК-6	Демонстрирует достаточный уровень знания современных основ в области методов разделения и концентрирования и их применения для решения основных теоретических и практических задач, в том числе подготовке отчетов, публикаций.
«удовлетворительно»	ПК-1	Неуверенно ориентируется в теоретических основах методов разделения и концентрирования, допускает ошибки при выполнении и описании эксперимента.
	ПК-6	Демонстрирует слабый уровень знания современных основ в области методов разделения и концентрирования; испытывает затруднения при подготовке отчетов, публикаций.
«неудовлетворительно»	ПК-1	Демонстрирует слабый уровень знания современных основ методов разделения и концентрирования и не способен их применять для решения теоретических и практических задач на системном уровне
	ПК-6	Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, не может ответить на вопрос. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Апарнев А. И., Александрова Т. П., Казакова А. А., Карунина О. В. Аналитическая химия : учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. - 92 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>
2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Подвинцев И.Б. Нефтепереработка : практический вводный курс : [учебное пособие]. - 2-е изд., перераб. и доп. изд.. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2015. - 157 с.
2. Валуева Т. Н., Ахромускина И. М., Власова Ю. Н. Аналитическая химия. Качественный анализ: учебное пособие для самостоятельной работы студентов : учебное пособие, 1. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2019. - 65 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571297>
3. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 368 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>
4. Кузнецов О. А. Технологический расчёт ректификационной колонны для разделения бинарной смеси с применением Excel и Aspen Plus : учебное пособие. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 80 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453027>

6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.