

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.ДВ.02.2 Способы разделения и концентрирования

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

**Автор программы:**

Доктор химических наук, доцент Бернацкий Павел Николаевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

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 бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	23
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	25
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	26

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

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

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 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-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Анализирует и интерпретирует результаты эксперимента по разделению и концентрированию веществ

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		2	3	5	6	7	8
1	Актуальные направления современной химии					+	
2	Биогеохимические циклы		+				
3	Биоорганическая химия			+			
4	Квантовая химия		+				
5	Коллоидная химия				+		
6	Кристаллохимия				+		
7	Наноматериаловедение					+	

8	Преддипломная практика						+
9	Строение вещества	+					
10	Супрамолекулярная химия			+			
11	Теория растворов		+				
12	Химические основы биологических процессов			+			
13	Химия координационных соединений	+					

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Способы разделения и концентрирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Способы разделения и концентрирования» изучается в 2 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 6 з.е.

Очная: 6 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	32
Лекции (Лекции)	16
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	40
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	2	2	4	Тестирование
2	Экстракционные методы. Количественные характеристики.	2	2	4	Тестирование
3	Методы осаждения и флотации.	2	2	4	Тестирование

4	Хроматографическ ие методы разделения	2	2	4	Тестирование
5	Дистилляционные и сублимационные методы	2	2	4	Тестирование; Коллоквиум (тема 1-5)
6	Кристаллизационн ые методы	2	2	4	Тестирование
7	Сорбционные методы. Механизмы количественные характеристики	2	2	4	Тестирование
8	Электрохимически е методы концентрирования	1	1	6	Тестирование
9	Электрофоретичес кие методы концентрирования	1	1	6	Тестирование; Коллоквиум

### **Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика (ПК-5)**

#### **Лекция.**

Методы разделения, концентрирования и методы определения – две группы методов аналитической химии. Комбинированные, гибридные методы. Разделение, концентрирование, выделение. Абсолютное, относительное, индивидуальное, групповое концентрирование. Значение концентрирования и области его применения. Место концентрирования в аналитическом цикле.

#### **Практическое занятие.**

Семинар

1. Количественные характеристики концентрирования. Способы концентрирования.
2. Классификации и общая характеристика методов концентрирования и разделения.
3. Современное состояние методов. Успехи и проблемы.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу - коллоквиуму

### **Тема 2. Экстракционные методы. Количественные характеристики. (ПК-5)**

#### **Лекция.**

Экстракция. Особенности экстракции как метода разделения и концентрирования. Ко-личественное описание процессов экстракции. Требования к экстрагентам. Экстракционные системы.

Экстракция неионизированных нейтральных соединений. Координационно-несольватированные нейтральные соединения. Высокая избирательность. Выражение для ко-эффициента распределения. Закон Нернста, отклонения от закона. Координационно-сольватированные нейтральные соединения. Механизм экстракции. Выражения для коэффи-циента распределения. Метод сдвига равновесия.

Экстракция внутрикомплексных соединений. Хелаты. Хелатообразующие реагенты. Правило Л.А. Чугаева. Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Уравнения для коэффициента распределения. Установление состава комплексов. Зависимость экстракции от рН. Константа экстракции.

Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Синергизм. Описание синергети-ческой экстракции с помощью закона действующих масс. Особенности экстракции катионных и анионных хелатов.

#### **Практическое занятие.**

1. Экстракция ионных ассоциатов. Координационно-несольватированные ионные ассоциаты. Факторы, способствующие росту экстракции: увеличение диэлектрической проницаемости растворителя, увеличение размера и гидрофобности ионов. Требования к анионам или катионам-партнёрам. Использование в качестве реагентов краун-эфиров, серу- и азотосодержащих аналогов.
2. Комплексные металлокислоты и их соли. Факторы, повышающие коэффициент распределения. Присутствие сильной минеральной кислоты. Соэкстракция. Подавление экстракции.
3. Экстракция комплексных кислот аминами и солями четвертичных аммониевых оснований.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

### **Тема 3. Методы осаждения и флотации. (ПК-5)**

#### **Лекция.**

Методы осаждения и соосаждения. Принципы разделения. Достоинства. Недостатки. Осаждение матрицы. Соосаждение. Основные варианты. Требования к коллекторам.

Флотация. Типы флотационного концентрирования: флотация после соосаждения, ион-ная флотация. Использование флотации как метод концентрирования при анализе вод.

#### **Практическое занятие.**

1. Изоморфное соосаждение.
2. Соосаждение на гидроксидах.
3. Соосаждение на сульфидах.
4. Органические соосаждители: ионные ассоциаты, хелаты.
5. Индифферентные органические соосаждители.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

### **Тема 4. Хроматографические методы разделения (ПК-5)**

#### **Лекция.**

Хроматография. Терминология. История создания метода М.С. Цветом. Сущность и определение метода. Принципы классификации хроматографических методов.

Теоретические основы хроматографии

Общее описание хроматографического процесса. Хроматограмма и её характеристики. Параметры удерживания. Время удерживания. Удерживаемый объём. Критерии оценки разделения. Критерий разделения. Критерий селективности. Степень разделения. Факторы, влияющие на разделения.

#### **Практическое занятие.**

1. Адсорбция на границе с твёрдой фазой. Изотерма адсорбции.
2. Уравнение Фрейндлиха. Теория мономолекулярной адсорбции.
3. Уравнение Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция.
4. Уравнение Брунауэра-Эммета-Теллера (уравнение БЭТ).
5. Адсорбция на границе с жидкой фазой. Изотерма распределения. Уравнение Гиббса.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

## Тема 5. Дистилляционные и сублимационные методы (ПК-5)

### Лекция.

Дистилляция и сублимация. Классификация по физической сущности процессов, по наличию или отсутствию химических операций. Коэффициент распределения. Простая отгонка (выпаривание) и её использование при анализе воды, кислот, органических растворителей. Отгонка основы. Уравнение Релея. Ректификация. Сублимация.

### Практическое занятие.

1. Минерализация пробы. Сухая минерализация. Достоинства. Недостатки.
2. Мокрое озоление.
3. Удаление матрицы. Отгонка после химических превращений.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

## Тема 6. Кристаллизационные методы (ПК-5)

### Лекция.

Управляемая кристаллизация. Направленная кристаллизация и зонная плавка. Достоинства, недостатки. Пирометаллургические методы. Пробирная плавка, как основной метод концентрирования благородных металлов. Общая характеристика метода. Возможности и ограничения. Технологические методы фракционной кристаллизации: массовая кристаллизация, кристаллизация на охлаждаемых поверхностях, направленная кристаллизация, зонная плавка, концентрирование вымораживанием, противоточная колонная кристаллизация, кристаллизация при высоком давлении.

### Практическое занятие.

1. Процессы фракционной кристаллизации из расплава, раствора или газовой фазы (десублимация),
2. Фракционирование при плавлении или сублимации.
3. Кристаллизация из сверхкритической жидкости.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

## Тема 7. Сорбционные методы. Механизмы количественные характеристики (ПК-5)

### Лекция.

Сорбционные методы концентрирования. Механизмы взаимодействия вещества с сорбентом. Количественная оценка сорбции. Степень извлечения. Коэффициент распределения. Статический и динамический варианты сорбции. Достоинства сорбционных методов концентрирования. Сорбенты.

### Практическое занятие.

1. Требования к сорбентам.
2. Активные угли. Механизм сорбции на углях.
3. Оксиды, гидроксиды, соли металлов.
4. Синтетические иониты.
5. Комплексообразующие сорбенты (хелатные смолы).

### Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.



## Тема 8. Электрохимические методы концентрирования (ПК-5)

### Лекция.

Электролитическое выделение. Электролиз при контролируемом потенциале (потенцио-статический режим поляризации). Электролиз при постоянной силе тока (гальваностатический режим поляризации). Выделение микроэлементов на твёрдом катоде. Эффективность электровыделения. Уравнения для расчёта количества выделяемого вещества. Использование электролиза для группового концентрирования микроэлементов. Ограничения. Сочетание электровыделения с атомно-эмиссионным и атомно-абсорбционными методами. Электролиз на ртутном катоде.

### Практическое занятие.

1. Инверсионная вольтамперометрия.
2. Цементация. Цементация амальгамами электроотрицательных металлов.
3. Электродиализ. Электроосмос. Электродиффузия.
4. Электрофорез (электрохроматография).

### Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

## Тема 9. Электрофоретические методы концентрирования (ПК-5)

### Лекция.

Капиллярный электрофорез. Мицеллярная электрокинетическая хроматография. Капиллярный гель-электрофорез. Характеристика методов. Достоинства, ограничения, области применения.

### Практическое занятие.

1. Концентрированием части фильтрата с последующим хроматографированием на бумаге или электрофорезом на бумаге.
2. Значение и применение электрофоретического метода концентрирования.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы по теме.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к контрольному срезу- коллоквиуму.

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

### Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	Тестирование	10	10 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 8-9 баллов- 80-90% вопросов, 6-7 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов

2.	Экстракционные методы. Количественные характеристики	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
3.	Методы осаждения и флотации.	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
4.	Хроматографические методы разделения	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
5.	Дистилляционные и сублимационные методы	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
		<b>Коллоквиум (тема 1-5)(контрольный срез)</b>	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.</p>
6.	Кристаллизационные методы	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов

7.	Сорбционные методы. Механизмы количественные характеристики	Тестирование	7	7 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 6-7 баллов- 80-90% вопросов, 5-6 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
8.	Электрохимические методы концентрирования	Тестирование	8	8 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 8-7 баллов- 80-90% вопросов, 6-7 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
9.	Электрофоретические методы концентрирования	Тестирование	10	10 баллов - студент отвечает на 100% вопросов в тесте, 8-9 баллов- 80-90% вопросов, 6-7 баллов- 60-79% вопросов, 4-5 баллов - 40-59%, 2-3 балла - 20-39%, 0-1 балл- от 0 до 19% вопросов
		Коллоквиум(контрольный срез)	10	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.
10.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
11.	Премиальные баллы		10	Начисляются за постоянную активность на практических занятиях
12.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	Студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы

13.	Итого за семестр	100	
-----	------------------	-----	--

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Коллоквиум

#### Тема 9. Электрофоретические методы концентрирования

1. Управляемая кристаллизация. Направленная кристаллизация и зонная плавка. Достоинства, недостатки.
2. Пирометаллургические методы. Пробирная плавка, как основной метод концентрирования благородных металлов. Общая характеристика метода. Возможности и ограничения.
3. Технологические методы фракционной кристаллизации: массовая кристаллизация, кристаллизация на охлаждаемых поверхностях, направленная кристаллизация, зонная плавка, концентрирование вымораживанием, противоточная колонная кристаллизация, кристаллизация при высоком давлении.
4. Сорбционные методы концентрирования. Механизмы взаимодействия вещества с сорбентом. Количественная оценка сорбции. Степень извлечения. Коэффициент распределения.
5. Статический и динамический варианты сорбции. Достоинства сорбционных методов концентрирования. Сорбенты.
6. Электролитическое выделение. Электролиз при контролируемом потенциале (потенциостатический режим поляризации). Электролиз при постоянной силе тока (гальваностатический режим поляризации).
7. Выделение микроэлементов на твёрдом катоде. Эффективность электровыделения. Уравнения для расчёта количества выделяемого вещества. Использование электролиза для группового концентрирования микроэлементов. Ограничения.
8. Сочетание электровыделения с атомно-эмиссионным и атомно-абсорбционным методами. Электролиз на ртутном катоде.
9. Капиллярный электрофорез. Мицеллярная электрокинетическая хроматография. Капиллярный гель-электрофорез. Характеристика методов. Достоинства, ограничения. Области применения.

### Коллоквиум (тема 1-5)

#### Тема 5. Дистилляционные и сублимационные методы

1. Экстракция. Особенности экстракции как метода разделения и концентрирования. Количественное описание процессов экстракции. Требования к экстрагентам. Экстракционные системы.
2. Экстракция неионизированных нейтральных соединений. Координационно-несольватированные нейтральные соединения. Высокая избирательность. Выражение для коэффициента распределения. Закон Нернста, отклонения от закона.
3. Экстракция внутрикомплексных соединений. Хелаты. Хелатообразующие реагенты. Правило Л.А. Чугаева. Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Уравнения для коэффициента распределения.

- 4 Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Синергизм. Описание синергетической экстракции с помощью закона действующих масс. Особенности экстракции катионных и анионных хелатов.
5. Методы осаждения и соосаждения. Принципы разделения. Достоинства. Недостатки.
6. Осаждение матрицы. Соосаждение. Основные варианты. Требования к коллекторам.
7. Флотация. Типы флотационного концентрирования: флотация после соосаждения, ионная флотация. Использование флотации как метод концентрирования при анализе вод.
8. Хроматография. Терминология. История создания метода М.С. Цветом. Сущность и определение метода. Принципы классификации хроматографических методов.
9. Теоретические основы хроматографии. Общее описание хроматографического процесса. 10. Хроматограмма и её характеристики. Параметры удерживания. Время удерживания. Удерживаемый объём. Критерии оценки. разделения. Критерий разделения. Критерий селективности. Степень разделения. Факторы, влияющие на разделение.
11. Дистилляция и сублимация. Классификация по физической сущности процессов, по наличию или отсутствию химических операций. Коэффициент распределения.
12. Простая отгонка (выпаривание) и её использование при анализе воды, кислот, органических растворителей. Отгонка основы. Уравнение Релея. Ректификация. Сублимация.

### Тестирование

#### Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика

Типовые вопросы теста:

1. Что такое концентрирование веществ?

- а) процесс увеличения концентрации микрокомпонента относительно макрокомпонента
- б) процесс уменьшения концентрации микрокомпонента относительно макрокомпонента
- в) процесс увеличения концентрации макрокомпонента относительно микрокомпонента
- г) процесс уменьшения концентрации макрокомпонента относительно микрокомпонента

2. Что такое разделение веществ?

- а) процесс, в результате которого компоненты составляющие исходную смесь отделяются друг от друга (концентрация этих компонентов могут быть одинаковы или различаться)
- б) процесс увеличения концентрации макрокомпонента относительно микрокомпонента
- в) процесс, в результате которого компоненты составляющие исходную смесь смешиваются друг с другом (концентрация этих компонентов могут быть одинаковы или различаться)
- г) процесс уменьшения концентрации макрокомпонента относительно микрокомпонента

3. Какие виды концентрирования существуют?

- 1) абсолютное и относительное
- 2) большое и малое
- 3) высокотемпературное и низкотемпературное

4. Где применяется относительное концентрирование или обогащение??

- а) при анализе растительного сырья
- б) при приготовлении смесей
- в) При отделении компонентов друг от друга

#### Тема 2. Экстракционные методы. Количественные характеристики.

Типовые вопросы теста:

1. Какие наиболее распространённые методы выделяют в разделении и

концентрировании?

а) Испарение, озоление, осаждение и соосаждение , кристаллизация, экстракция, сорбционные методы, электрохимические методы, хроматографические методы

б) выпарка, дистилляция и кристаллизация

в) испрение, кипение, конденсация

г) кристаллизация, возгонка, сублимация

2. Что такое испарение?

а) упаривание-испарение основы не до конца и выпаривание испарение основы досуха

б) процесс превращения жидкости в твёрдое вещество

в) процесс превращения газа в твёрдое вещество.

3. Экстракция или экстрагирование – это

А) процесс разделения смеси жидких или твёрдых веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей

Б) процесс разделения смеси жидких или твёрдых веществ испарением

В) процесс разделения смеси жидких или твёрдых веществ конденсацией

### Тема 3. Методы осаждения и флотации.

Типовые вопросы теста:

1. Флотация – это:

А) один из методов обогащения , который основан на различии способностей

минералов удерживаться на межфазовой поверхности, обусловленный различием в удельных поверхностных энергиях.

Б) один из методов обогащения , который основан на разделения смеси жидких или твёрдых веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей

В) испарение основы не до конца и выпаривание испарение основы досуха

2. Соосаждение это:

А) частичный переход компонента растворара (расплава, пара), присутствующего в малых концентрациях (микрокомпонента), в твердую фазу, образуемую в данной системе другим компонентом

Б) процесс разделения смеси жидких или твёрдых веществ испарением

В) упаривание-испарение основы не до конца и выпаривание испарение основы досуха.

3. Ионная флотация это:

А) процесс извлечения находящихся в растворе ионов методом флотации, при котором в качестве реагентов-собирателей используют ПАВ.

Б) процесс извлечения находящихся в растворе ионов методом испарения.

В) процесс извлечения находящихся в растворе ионов методом конденсации.

#### Тема 4. Хроматографические методы разделения

Типовые вопросы теста:

1. Хроматография – это

А) метод разделения смесей веществ или частиц, основанный на различиях в скоростях их перемещения в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз.

Б) метод разделения смесей на основе различия температур плавления компонентов.

В) метод разделения смесей на основе различия смачивания компонентов

2. Классификация по способам проведения анализа подразделяет хроматографию на три вида:

А) фронтальный, проявительный, вытеснительный

Б) большой, малый, средний.

В) распределительный, конденсационный и диффузионный.

3. Адсорбция — это:

- А) самопроизвольный процесс увеличения концентрации растворённого вещества у поверхности раздела двух фаз
- Б) самопроизвольный процесс уменьшения концентрации растворённого вещества у поверхности раздела двух фаз
- В) самопроизвольный процесс испарения растворённого вещества в глубине фазы.

#### Тема 5. Дистилляционные и сублимационные методы

Типовые вопросы тестирования:

1. Дистилляция – это:

- А) перегонка, испарение жидкости с последующим охлаждением и конденсацией паров.
- Б) Конденсация жидкости;
- В) Плавление твёрдого вещества.

2. Сублимация — это

- А) процесс, посредством которого вещество подвергается превращению из твердой фазы в газовую фазу без прохождения промежуточной жидкой фазы.
- Б) перегонка, испарение жидкости с последующим охлаждением и конденсацией паров.
- В) самопроизвольный процесс испарения растворённого вещества в глубине фазы.

3. Коэффициент распределения – это:

- А) концентрационная характеристика фазового превращения или фазового равновесия двух- или многокомпонентного вещества.
- Б) процесс, посредством которого вещество подвергается превращению из твердой фазы в газовую фазу без прохождения промежуточной жидкой фазы.
- В) процесс извлечения находящихся в растворе ионов методом испарения



## Тема 6. Кристаллизационные методы

Типовые вопросы теста:

1. Управляемая кристаллизация — это

А) направленная кристаллизация (в заданном направлении) — перемещение зоны

жидкости в твердом теле в определенном направлении.

Б) кристаллизация сразу нескольких веществ.

В) Кристаллизация при отрицательных температурах.

2. Пирометаллургические методы - это

А) методы высокотемпературного извлечения металлов из различных соединений.

Б) методы высокотемпературного извлечения ионов из раствора.

В) методы высокотемпературного разделения газов..

3. Вымораживание это:

А) выделение в твердом виде компонента раствора или газовой смеси при

охлаждении.

Б) выделение газа из смеси при нагревании,

В) выделение иона из раствора при действии коагулянта

## Тема 7. Сорбционные методы. Механизмы количественные характеристики

Типовые вопросы теста:

1. Сорбционные методы концентрирования основаны на:

А) использовании процесса сорбции готовым сорбентом.

Б) использовании процесса коагуляции.

В) использовании процесса конденсации.

2. Сорбент — это:

А) жидкость или твердое тело, обладающее способностью избирательного

поглощения (сорбции) из окружающей среды газов, паров или растворённых веществ.

Б) жидкость или твердое тело, обладающее способностью понижать температуру

кипения веществ.

В) жидкость или твердое тело, обладающее способностью понижать температуру плавления веществ.

#### Тема 8. Электрохимические методы концентрирования

Типовые вопросы теста:

1. Электролиз – это:

А) совокупность окислительно-восстановительных процессов, протекающих на поверхности электродов, помещенных в расплав или раствор электролита, при пропускании постоянного электрического тока.

Б) Процесс испарения электрода

В) Восстановительный процесс на границе раздела фаз.

2. Потенциостатический режим поляризации – это:

А) зависимость тока от времени при постоянном потенциале электрода,

Б) зависимость времени от тока при постоянном потенциале электрода

В) зависимость тока от времени при переменном потенциале электрода.

#### Тема 9. Электрофоретические методы концентрирования

Типовые вопросы теста:

1. Капиллярный электрофорез – это:

А) разделение компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля.

Б) выделение газа из смеси при нагревании;

В) процесс направленного движения ионов.

2. Мицеллярная электрокинетическая хроматография – это:

А) разновидность капиллярного электрофореза, позволяющая разделять незаряженные (нейтральные) и заряженные компоненты пробы.

Б) выделение газа из смеси при нагревании;

В) процесс направленного движения ионов.

#### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

##### **Типовые вопросы зачета (ПК-5)**

1. Методы разделения и концентрирования в системе методов аналитической химии.
2. Классификация и общая характеристика методов разделения и концентрирования.
3. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения.  
Комбинированные и гибридные методы.
4. Основные понятия. Виды и способы концентрирования.
5. Количественные характеристики разделения и концентрирования.
6. Сорбция. Виды сорбции. Особенности сорбционных методов разделения и концентрирования.
7. Адсорбция в системе газ – твердое тело, жидкость – твердое тело. Изотерма адсорбции.
8. Уравнение Фрейндлиха.
9. Теория мономолекулярной адсорбции. Уравнение Ленгмюра. Уравнение Генри.
10. Полимолекулярная адсорбция. Теория Поляни и Брунауэра-Эммета-Тэллера (БЭТ).
11. Адсорбция в системе жидкость – жидкость, газ – жидкость. Изотерма распределения. Уравнение Гиббса.
12. Хроматограмма и её характеристики.
13. Параметры удерживания и их значения.
14. Критерии оценки разделения.
15. Теории хроматографии. Теория теоретических тарелок. Параметры эффективности разделения.

16. Кинетическая теория (теория скоростей).
17. Уравнение Ван-Дееметра и его значения.
18. Газовая хроматография. Общая характеристика метода. Достоинства и ограничения.
19. Характеристика подвижной фазы, сорбентов, носителей неподвижной жидкой фазы в газовой хроматографии.
20. Аппаратурное оформление газовой хроматографии. Блок-схема газового хроматографа.
21. Типы детекторов и их характеристика.
22. Детектор по теплопроводности. Пламенно-ионизационный детектор и его модификации.
23. Капиллярная газовая хроматография. Общая характеристика.
24. Методы идентификации в газовой хроматографии. Хроматографические методы. Идентификация по времени удерживания, удерживаемому объему. Индексы удерживания Ковача.
25. Нехроматографические методы. Хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы.
26. Способы ионизации молекул в хромато-масс-спектрометрии. Метод электродного удара. Химическая ионизация.
27. Блок-схема масс-спектрометра.
28. Интерпретация масс-спектров.
29. Методы количественного определения в газовой хроматографии.
30. Жидкостная хроматография. Особенности метода в сравнении с газовой хроматографией.
31. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Сравнение с жидкостной колоночной хроматографией. Сходство и отличие.

32. Механизмы разделения в ВЭЖХ.

33. Нормально-фазовая и обращено-фазовая ВЭЖХ. Особенности метода.

34. Неподвижные фазы в жидкостно-адсорбционной хроматографии. Полярные сорбенты. Силикагель и оксид алюминия.

35. Гидрофильно-модифицированные сорбенты. Амино-, циано- и диольные сорбенты на основе силикагеля.

36. Неполярные сорбенты. Гидрофобно-модифицированные сорбенты.

37. Подвижные фазы в жидкостно-адсорбционной хроматографии. Требования к подвижным фазам.

38. Элюирующая сила растворителя – основа эффективного разделения в ВЭЖХ.

Элюотропные ряды в нормально-фазовой и обращено-фазовой ВЭЖХ.

39. Основные хроматографические параметры в ВЭЖХ.

40. Блок-схема жидкостного хроматографии. Основные типы детекторов.

41. Ионообменная хроматография. Теоретические основы ионного обмена.

Ионообменное равновесие. Коэффициент селективности, коэффициент распределения и коэффициент разделения.

42. Физико-химические свойства ионитов: протолитические, сорбционные, сольватационные. Селективность ионитов.

43. Ионная хроматография. Особенности метода. Аппаратурное оформление процесса. Области применения метода.

44. Ион-парная хроматография. Характеристика и особенности метода.

45. Тонкослойная хроматография. Количественные характеристики метода.

Параметры эффективности и селективности разделения. Подвижные фазы. Сорбенты.

Пластинки.

46. Идентификация и количественный анализ в тонкослойной хроматографии.
47. Тонкослойная и высокоэффективная тонкослойная хроматография. Сходство и отличие.
48. Бумажная хроматография. Гидрофильная и гидрофобная бумага. Области применения бумажной хроматографии.
49. Осадочная хроматография. Физико-химические основы метода. Области применения.
50. Гель-хроматография. Характеристика метода. Применение в анализе.
51. Сверхкритическая флюидная хроматография. Характеристика и аппаратное оформление метода. Применение в анализе
52. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Равновесие экстракции. Закон распределения в экстракции.
53. Количественные характеристики в экстракции: константа распределения, коэффициент распределения, степень извлечения.
54. Типы экстракционных систем. Экстракция координационно-несольватированных нейтральных соединений.
55. Экстракция внутрикомплексных соединений.
56. Экстракция координационно-сольватированных нейтральных соединений.
57. Экстракция ионных ассоциатов.
58. Экстракция комплексных металлокислот.
59. Электрохимические методы разделения и концентрирования. Основы варианта. Характеристика и применение в анализе.
60. Капиллярный электрофорез. Количественные характеристики метода. Блок-схема прибора. Способы детектирования веществ. Качественный и количественный анализ.
61. Мицеллярная электрокинетическая хроматография. Особенность метода.

Количественные характеристики эффективности и селективности разделения.

62. Общая характеристика дистилляционных методов разделения и

концентрирования. Количественные характеристики. Области применения.

63. Кристаллизационные методы разделения и концентрирования. Управляемая

кристаллизация и зонная плавка.

64. Пробирная плавка. Характеристика и области применения метода.

65. Отгонка после химических превращений. Особенности метода. Применение в

анализе.

### Типовые задания для зачета (ПК-5)

не предусмотрены

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-5	Демонстрирует высокий уровень знания современных представлений о методах разделения и концентрирования. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-5	Не знает основных закономерностей методов разделения и концентрирования веществ. Не способен анализировать научно-техническую информацию для решения теоретических и практических задач. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

### 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. Сальникова Е., Кудрявцева Е. Методы концентрирования и разделения микроэлементов : учебное пособие. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. - 220 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259316>
2. Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2-х т. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011
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>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза : монография. - 2025-03-03; Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофо. - Москва: Техносфера, 2009. - 472 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/12749.html>
2. Барабанов, В. П., Крупин, С. В., Коноплева, А. А., Курмаева, А. И., Третьякова, А. Я. Адсорбция ионогенных полимеров из растворов : монография. - 2022-01-18; Адсорбция ионогенных полимеров из растворов. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. - 252 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61812.html>

### 6.3 Иные источники:

1. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Сайт Тамбовского государственного университета <http://tsutmb.ru> - <http://tsutmb.ru>
4. ЭБС «Znaniyum.com» - <http://www.znaniyum.com/index.php?item=main>
5. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
6. учебные материалы на сайте МИТХТ - <http://www.alhimik.ru/stroenie/titul.htm>

## **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:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Операционная система Microsoft Windows 10

Abby FineReader 10.0

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
6. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
7. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
8. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](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.