

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

**Институт естественных наук**

**Кафедра биологии и биоинженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины (модуля):  
Аналитическая химия и физико-химические  
методы анализа**

**Уровень ОПОП: Бакалавриат**

**Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль: Общая и прикладная биотехнология**

**Форма обучения: Очная**

**Срок обучения: 2024 - 2028 уч. г.**

**Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (приказ № 736 от 10.08.2021 г.) и учебного плана, утвержденного Ученым советом (от 26.05.2023 г., протокол № 9)**

**Разработчики: к.х.н., доцент Зимина Ю.А.**

**Программа рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры, протокол № 06 от 19.06.2023 года**

**Зав. кафедрой  
Зорькина О.В.**



## **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - изучение современной аналитической химии и физико-химических методов анализа, а также формирование представления о работе в аналитической лаборатории с применением различных методов анализа, химической посуды, приборов, реактивов с учетом правил техники безопасности.

Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы химических и физико-химических методов анализа;
- сформировать теоретические основы и практические приемы экспериментальной работы в области качественного и количественного анализа;
- приобрести практические навыки расчета основных физико-химических величин, используемых при анализе.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, определенных учебным планом в соответствии с ФГОС ВО.

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

**- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.

Студент должен владеть навыками:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.

**- ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы**  
Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.

Студент должен уметь:

планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам.

Студент должен владеть навыками:

навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов.

#### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего часов	Третий семестр	Четвертый семестр
<b>Контактная работа (всего )</b>	<b>152</b>	<b>84</b>	<b>68</b>
Практические	84	50	34
Лекции	68	34	34
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>40</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Экзамен	72	36	36
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>324</b>	<b>180</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание дисциплины: Лекции (68 ч.)

#### Третий семестр. (34 ч.)

Тема 1. Введение в аналитическую химию. (2 ч.)

Классификация методов анализа. Критерии выбора метода анализа и их характеристика. Основные стадии аналитического процесса. пробоотбор, виды проб. Погрешности измерения их виды и характеристика. Сходимость и воспроизводимость результатов измерений. Статистическая обработка результатов анализов.

Тема 2. Теоретические основы аналитической химии (2 ч.)

Аналитическая реакция. Типы реакций, применяемых для качественного и количественного анализа. Условия протекания аналитических реакций. Аналитический сигнал.

Тема 3. Теоретические основы аналитической химии (2 ч.)

Показатели чувствительности аналитической реакции. Назначение и характеристика метода маскирования. Осаждение и соосаждение как метод разделения веществ в аналитической химии.

Тема 4. Теоретические основы аналитической химии (2 ч.)

Экстракция и электрофорез как методы выделения. Разделение веществ методами испарения (дистилляция, ректификация, возгонка, выпаривание. Хроматография как метод разделения веществ. Фильтрация, седиментация, диализ, электродиализ.

Тема 5. Качественный анализ (2 ч.)

Качественный анализ и его основная задача. Дробный и систематический качественный анализ. Групповой реагент; требования, предъявляемые к групповым реагентам. Классификации катионов в аналитической химии (сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная), принципы, лежащие в их основе; их преимущества и недостатки.

Тема 6. Качественный анализ (2 ч.)

Качественный анализ анионов. Классификация анионов. Капельный анализ в аналитической химии.

Тема 7. Количественный анализ. Химические методы анализа. Титриметрические методы анализа (2 ч.)

Титриметрический метод: общая характеристика. Классификация титриметрических методов по типам химических реакций с характеристикой каждого метода. Классификация титриметрических методов по способу титрования. Характеристика видов титрования. Растворы, применяемые в титриметрии и методы их приготовления. Первичные и вторичные стандартные растворы. Способ пипетирования и способ отдельных навесок и их

характеристика. Аликвота. Оборудование, химическая посуда и техника титрования.

Тема 8. Титриметрические методы анализа (2 ч.)

Кислотно-основное титрование. Общая характеристика и возможности метода. Стандартные растворы для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы. Принципы их выбора.

Тема 9. Титриметрические методы анализа (2 ч.)

Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований.

Тема 10. Комплексометрическое титрование (2 ч.)

Комплексометрическое титрование. Общая характеристика, классификация и возможности метода.

Равновесие реакций комплексообразования.

Комплексоны, их свойства (комплексон II, комплексон III).

Равновесия образования комплексонов металлов, концентрационная константа устойчивости

комплексона. Кривые титрования.

Тема 11. Окислительно-восстановительное титрование. (2 ч)

Общая характеристика, классификация и возможности

методов окислительно-восстановительного

титрования. Окислительно-восстановительные реакции.

Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный

и формальный электродный потенциал Кривые титрования.

Окислительно-восстановительные индикаторы.

Классификация методов окислительно-восстановительного титрования

Тема 12. Буферные растворы (2 ч.)

Буферные растворы: общая характеристика, классификация буферных смесей. Растворы белков и аминокислот как буферные системы. Механизм поддержания pH буферными растворами. Буферная емкость и ее расчет; факторы, влияющие на буферную емкость.

Тема 13. Буферные растворы (2 ч.)

Расчет pH буферных растворов, уравнение Гендерсона-Гассельбаха для кислотных и основных буферных систем.

Ограничения применения уравнения. Влияние разбавления на pH буферного раствора. Зона буферного действия.

Тема 14. Гравиметрические методы анализа (2 ч.)

Основные методы гравиметрического анализа и их характеристика. Преимущества и недостатки гравиметрического метода.

Тема 15. Гравиметрические методы анализа (2 ч.)

Метод осаждения в гравиметрии: основные этапы. Химическая посуда и оборудование, применяемое в гравиметрическом анализе

Тема 16. Гравиметрические методы анализа (2 ч.)

Расчеты в гравиметрии.

Осаждаемая и весовая (гравиметрическая) форма в гравиметрическом анализе. Требования, предъявляемые к осадку. Условия осаждения аморфных и кристаллических

осадков. Созревание осадков.

Тема 17. Гравиметрические методы анализа (2 ч.)

#### **Четвертый семестр. (34 ч.)**

Тема 18. Физико-химические методы анализа. (2 ч.)

Приемы при определении неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа. Прямые и косвенные. Метод градуировочного (калибровочного) графика, метод стандартов, метод добавок.

Тема 19. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Электрохимические методы анализа: общая характеристика. Классификация электрохимических методов. Электрохимическая ячейка, ее устройство и принцип действия. Два основных типа электрохимических ячеек. Электрод сравнения и индикаторный электрод. Хлорсеребряный и каломельный электроды.

Тема 20. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Потенциометрия: общая характеристика метода. Уравнение Нернста. Индикаторные электроды в потенциометрии: ионоселективные электроды. Индикаторные электроды в потенциометрии: металлические электроды. Прямая потенциометрия.

Тема 21. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Потенциометрическое титрование.

Тема 22. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Кулонометрия: общая характеристика. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.

Тема 23. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Вольтамперометрия: общая характеристика метода. Полярография. Ртутно-капельный электрод. Инверсионная вольтамперометрия.

Тема 24. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Кондуктометрия: общая характеристика метода. Кондуктометрическая ячейка, константа ячейки. Удельная электропроводность как аналитический сигнал в кондуктометрическом методе, факторы, влияющие на удельную электропроводность. Прямая кондуктометрия и области ее применения. Кондуктометрическое титрование.

Тема 25. Электрохимические методы анализа (2 ч.)

Электрогравиметрический метод: сущность метода, закон Фарадея. Требования к осадкам, выделяемым при электрогравиметрии. Преимущества метода по сравнению с гравиметрией.

Тема 26. Спектроскопические методы анализа (2 ч.)

Общая характеристика электромагнитного излучения. Электромагнитная волна и ее основные характеристики (скорость распространения, частота, волновое число, амплитуда). Энергия электромагнитного кванта. Процессы, которые происходят с веществом при взаимодействии с электромагнитным излучением: поглощение и испускание. Спектр. Спектральные линии и их характеристики: положение в спектре, ширина, интенсивность.

Тема 27. Спектроскопические методы анализа (2 ч)

Классификация спектроскопических методов анализа. Спектрофотометрия: общая характеристика метода. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Выбор длины волны при измерении оптической плотности. Устройство и принцип работы спектрофотометра.

Тема 28. Спектроскопические методы анализа (2 ч.)

Фотоколориметрия: сущность метода. Отличие спектрофотометрического и фотоколориметрического метода. Фотометрическое титрование: общая характеристика. При каких условиях применяют фотометрическое титрование. Методы измерения концентрации анализируемого вещества.

Тема 29. Спектроскопические методы анализа (2 ч.)

ИК-спектроскопия: сущность метода. Валентные и деформационные колебания ядер атомов и их роль в ИК-спектроскопии. ИК-спектр. Области применения ИК-спектроскопии.

Тема 29. Спектроскопические методы анализа (2 ч.)

Рефрактометрия.

Тема 30. Спектроскопические методы анализа: ЯМР (2 ч.)

Метод ядерного магнитного резонанса, общая характеристика, основные научные принципы, лежащие в основе метода. Химический сдвиг в ЯМР, стандартное вещество. Спектры ЯМР, спектральные параметры, применяемые для интерпретации спектров ЯМР. Области применения спектроскопии ЯМР.

Тема 31. Хроматографические методы анализа (2 ч.)

Хроматография: сущность метода. Основные понятия: сорбция, сорбтив, сорбат, элюирование, элюент, элюат. Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию фаз, в зависимости от природы процесса, по технике выполнения, по способу проведения процесса, по цели проведения процесса. Газовая хроматография: общая характеристика метода. Подвижная и неподвижная фаза в газовой хроматографии.

Тема 32. Хроматографические методы анализа (2 ч.)

Устройство и принцип действия газового хроматографа. Типы хроматографических колонок, применяемых в газовой хроматографии. Детекторы газовой хроматографии (пламенно-ионизационный, электронно-захватный детектор): назначение и принцип действия. Качественный анализ в хроматографии. Время удерживания. Удерживаемый объем.

Количественный анализ в хроматографии. Расчет площади пика. Методы расчета

хроматограмм: метод простой нормировки, метод внутренней нормировки, метод внутреннего стандарта, метод калибровочного графика.

Тема 33. Хроматографические методы анализа (2 ч.)

Жидкостная хроматография. Подвижная фаза в жидкостной хроматографии. ВЭЖХ. Основные узлы жидкостного хроматографа. Гель-хроматография: сущность метода, области применения. Определение молекулярной массы белка методом гель-хроматографии.

Тема 34. Масс-спектрокопия (2 ч.)

Метод масс-спектрокопии: сущность метода; преимущества и недостатки. Области применения. Масс-спектрометр, устройство (блок-схема) и принцип действия. Способы ионизации исследуемого вещества. Масс-анализаторы: назначение, основные типы и их характеристика. Масс-спектры: общая характеристика. Анализ масс-спектров

**5.2. Содержание дисциплины: Практические (34 ч.)**

**Третий семестр. (34 ч.)**

Тема 1. Введение в аналитическую химию (2 ч.)

Техника безопасности в химической лаборатории. Введение в аналитическую химию.

Тема 2 Техника лабораторных работ (2 ч)

Тема 3. Качественный анализ (2 ч.)

Тема 4. Качественный анализ (2 ч)

Качественные реакции на катионы 1, 2, 3 групп.

Тема 5. Качественный анализ (2 ч.)

Качественные реакции на катионы 4, 5, 6 групп).

Качественные реакции на анионы.

Тема 6. Растворы в аналитической химии (2 ч.)

Приготовление растворов с заданной массовой долей. Измерение плотности растворов ареометром. Расчет концентраций.

Тема 7. Растворы в аналитической химии (2 ч.)

Приготовление растворов из кристаллогидратов.

Тема 8. Растворы в аналитической химии. Модульная контрольная работа № 1. (2 ч.)

Модульная контрольная 1.

Тема 9. Способы выражения состава раствора

Тема 10. Титриметрический анализ (2 ч.)

Техника выполнения титриметрического анализа. Приготовление раствора из более концентрированного и проверки его концентрации титрованием.

Тема 11. Модульная контрольная 2 (2 ч.)

Модульная контрольная 2

Тема 12. Титриметрический анализ (2 ч.)

Расчет и построение кривых титрования. Обоснование выбора индикатора.

Тема 13. Титриметрический анализ (2 ч.)

Практическое применение титриметрического метода. Определение кислотности биологических объектов (молока и молочных продуктов). ГОСТы, их структура и содержание.

Тема 14 Комплексометрическое титрование (2 ч)

Определение жесткости воды

Тема 15 Окислительно-восстановительное титрование

Изучение перманганатометрии

Тема 16. Гравиметрический анализ (2 ч.)

Практическое применение гравиметрического метода.

Определение влажности.

Тема 17. Модульная контрольная работа № 3. (2 ч.)

Расчеты в гравиметрии. Модульная контрольная 2.

#### **Четвертый семестр. (34 ч.)**

Тема 18. Потенциометрический метод (2 ч.)

Принцип действия и устройство рН-метра. Измерение рН различных растворов. Настройка рН-метра по стандарт-титрам.

Тема 19. Потенциометрический метод (2 ч.)

Определение нитратов

Тема 20. Потенциометрический метод (2 ч.)

Потенциометрическое титрование. Определение содержания уксусной кислоты в пищевой уксусной эссенции методом потенциометрического кислотно-основного титрования

Тема 21. Буферные растворы

Расчетная часть

Тема 22. Буферные растворы (2 ч.)

Приготовление буферных растворов.

Тема 23. Буферные растворы (2 ч.)

Определение и расчет буферной емкости.

Тема 24. Модульная контрольная 1

Модульная контрольная 1

Тема 25 Спектроскопия (2 ч.)

Изучение основного закона светопоглощения

Тема 26. Спектроскопия (2 ч.)

Изучение устройства и принципа работы спектрофотометра.

Тема 27. Спектроскопия (2 ч.)

Спектрофотометрическое определение концентрации нитрит-ионов.

Тема 28. Спектроскопия (2 ч)

Определение цветности пива

Тема 29. Модульная контрольная работа 2. (2 ч.)

Модульная контрольная работа 2.

Тема 30. Спектроскопия (2 ч)

Определение суммарного содержания сахаров в кондитерских изделиях.

Тема 31. Рефрактометрия (2 ч)

Рефрактометрическое определение сахара в соках растений

Тема 32 Хроматография (2 ч)

Устройство и принцип работы хроматографа

Тема 33 Хроматография (2 ч)

Идентификация аминокислот в их смеси методом тонкослойной хроматографии

Тема 34. Модульная контрольная работа 3. (2 ч.)

Модульная контрольная работа 3.

## **6. Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине**

### **Третий семестр (60 ч.)**

Вид СРС: Подготовка с литературой (60 ч.)

Тематика заданий СРС:

Изучение литературных источников, конспекта лекций, методических указаний к лабораторным работам при подготовке к текущим аудиторным занятиям, контрольным работам, экзамену.

### **Четвертый семестр (40 ч.)**

Вид СРС: Подготовка с литературой (40 ч.)

Тематика заданий СРС:

Изучение литературных источников, конспекта лекций, методических указаний к лабораторным работам при подготовке к текущим аудиторным занятиям, контрольным работам, экзамену.

## **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## **8. Фонд оценочных средств. Оценочные материалы**

### **8.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания**

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий

**Базовый уровень:**

обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий

**Пороговый уровень:**

обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков

к решению учебных заданий на репродуктивном уровне

Уровень ниже порогового:

система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

	Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	Шкала оценивания по БРС
		Экзамен, зачет с оценкой	
	Повышенный	5 (отлично)	91 и более
	Базовый	4 (хорошо)	71 – 90
	Пороговый	3 (удовлетворительно)	60 – 70
	Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	Ниже 60

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

	Оценка	Показатели
	Отлично	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</li> <li>точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</li> <li>полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;</li> <li>умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</li> <li>творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>

	Хорошо	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины;</li> <li>использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;</li> <li>владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины; свободное владение типовыми решениями;</li> <li>усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине;</li> <li>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;</li> <li>активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	Удовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине;</li> <li>использование научной терминологии, грамотное, логически правильно изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;</li> <li>владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;</li> <li>способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины;</li> <li>усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;</li> <li>умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине;</li> <li>работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>

	Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.
--	---------------------	---

## 8.2. Вопросы, задания текущего контроля

В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля:

**- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.

Вопросы, задания:

1. Перечислите основные типы химических реакций по механизму взаимодействия, используемые в аналитической химии.
2. Объясните, в чем принципиальное отличие количественного и качественного анализа. В чем заключается дробный и систематический анализ?
3. Опишите, какая химическая посуда и оборудование применяется в гравиметрическом анализе.
4. Приведите общую характеристику титриметрического метода. Какой закон лежит в основе определения неизвестной концентрации, приведите расчетную формулу для титриметрических методов
5. Опишите методы приготовления первичных стандартных растворов.

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.

Вопросы, задания:

1. При определении железа гравиметрическим методом из 2,0000 г анализируемого образца после осаждения и прокаливания было получено 0,320 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Массовая доля железа в образце составляет \_\_\_%. (Ответ примести с точностью до десятых.  $A_r(\text{Fe}) = 56$ ).
2. При некоторых заболеваниях в организм вводят раствор хлористого натрия с массовой долей 0,9%, называемый физиологическим раствором. Вычислите, сколько воды и соли нужно взять для приготовления 250 мл физиологического раствора, плотность которого 1,005 г/см<sup>3</sup>.
3. Рассчитайте навеску медного купороса (пентагидрата сульфата меди (II)), которую необходимо взять для приготовления 100 г раствора сульфата меди с концентрацией 1 %.

Студент должен владеть навыками:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.

Вопросы, задания:

1. Составьте алгоритм для измерения pH раствора с помощью pH-метра.
2. Спланируйте последовательность действий для приготовления раствора с заданной молярной концентрацией из сухого реактива.
3. Рассчитайте навеску и выберите посуду для приготовления раствора из более концентрированного с заданной нормальной концентрацией.

**- ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы**  
Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.

Вопросы, задания:

1. Приведите общую характеристику буферных растворов и их классификацию.
2. Какие методы электрохимического анализа Вам известны?

Опишите устройство электрохимической ячейки. Для каких целей применяется инверсионная вольтамперометрия?

3. Какое значение в живых системах, окружающей среде, научных исследованиях имеют рН среды? Опишите устройство и принцип работы рН-метра.

4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Какой основной научный принцип, лежит в основе метода?

5. Приведите классификацию хроматографических методов в зависимости от агрегатного состояния фаз.

Студент должен уметь:

планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам.

Вопросы, задания:

1. Рассчитайте какую навеску хлористого кальция необходимо взять для приготовления 500 мл 0,025M раствора?

2. Определите массу уксусной кислоты в растворе, если на ее нейтрализацию израсходовано 250 мл раствора NaOH с молярной концентрацией 0,2 моль/л.

3. Опишите алгоритм действий при приготовлении ацетатного буферного раствора.

Студент должен владеть навыками:

навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов.

Вопросы, задания:

Студент должен уметь:

1. Рассчитайте какую навеску хлористого кальция необходимо взять для приготовления 500 мл 0,025M раствора?

2. Определите массу уксусной кислоты в растворе, если на ее нейтрализацию израсходовано 250 мл раствора NaOH с молярной концентрацией 0,2 моль/л.

применять полученные знания в области аналитической химии в различных ситуациях для принятия решений и прогноза последствий своей профессиональной деятельности.

3. Определите зону буферного действия ацетатного буфера, если  $pK$  (уксусной кислоты) = 4,75.

### **8.3. Вопросы промежуточной аттестации**

**Третий семестр (Экзамен)**

1. Классификация методов анализа. Критерии выбора метода анализа и их характеристика.
2. Основные стадии аналитического процесса. Пробоотбор, виды проб.
3. Погрешности измерения их виды и характеристика (абсолютная и относительная, систематическая и случайная погрешности, промах). Сходимость и воспроизводимость результатов измерений.
4. Статистическая обработка результатов анализов. Средняя квадратичная ошибка, доверительный интервал.
5. Аналитическая реакция. Типы реакций, применяемых для качественного и количественного анализа (классификация по механизму взаимодействия, по избирательности). Условия протекания аналитических реакций. Аналитический сигнал.
6. Показатели чувствительности аналитической реакции: предельное разбавление и предельная концентрация, минимальный объём предельно разбавленного раствора, предел обнаружения (открываемый минимум).
7. Назначение и характеристика метода маскирования.
8. Осаждение и соосаждение как метод разделения веществ в аналитической химии.
9. Экстракция как метод разделения веществ в аналитической химии. Основные понятия в теории экстракции (экстракт, экстрагент, разбавители). Техника выполнения эксперимента при разделении веществ с помощью экстракции.
10. Электрохимические методы выделения веществ из сложных смесей в аналитической химии. Электрофорез как метод выделения. Разделение веществ методами испарения (дистилляция, ректификация, возгонка, выпаривание). Хроматография как метод разделения веществ. Фильтрация, седиментация, диализ, электродиализ.
11. Качественный анализ и его основная задача. Дробный и систематический качественный анализ. Групповой реагент; требования, предъявляемые к групповым реагентам.
12. Классификации катионов в аналитической химии (сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная), принципы, лежащие в их основе; их преимущества и недостатки. Качественный анализ анионов. Классификация анионов. Капельный анализ в аналитической химии.
13. Титриметрический метод: общая характеристика. Классификация титриметрических методов по типам химических реакций с характеристикой каждого метода. Классификация титриметрических методов по способу титрования. Характеристика видов титрования.
14. Растворы, применяемые в титриметрии и методы их приготовления. Первичные и вторичные стандартные растворы.
15. Способ пипетирования и способ отдельных навесок и их характеристика. Аликвота.
16. Оборудование, химическая посуда и техника титрования. Способы выражения концентрации.

17. Расчет навески по способу пипетирования и по способу отдельных навесок. Поправочный коэффициент. Расчет неизвестной концентрации анализируемого вещества по известной концентрации титранта.

18. Метод кислотно-основного титрования: общая характеристика. Классификация методов в зависимости от природы титранта. Кривые титрования: общее понятие, четыре участка кривой титрования; скачок титрования.

19. Буферные растворы: общая характеристика, классификация буферных смесей. Растворы белков и аминокислот как буферные системы.

20. Механизм поддержания pH буферными растворами. Буферная емкость и ее расчет; факторы, влияющие на буферную емкость.

21. Расчет pH буферных растворов, уравнение Гендерсона-Гассельбаха для кислотных и основных буферных систем. Ограничения применения уравнения. Влияние разбавления на pH буферного раствора. Зона буферного действия.

22. Основные методы гравиметрического анализа и их характеристика. Преимущества и недостатки гравиметрического метода. Метод осаждения в гравиметрии: основные этапы. Химическая посуда и оборудование, применяемое в гравиметрическом анализе.

23. Осаждаемая и весовая (гравиметрическая) форма в гравиметрическом анализе. Требования, предъявляемые к осадку. Условия осаждения аморфных и кристаллических осадков. Созревание осадков.

24. Расчеты в гравиметрии: расчет массовой доли анализируемого компонента в методах выделения и отгонки; расчет массовой доли определяемого компонента в методах осаждения с использованием гравиметрического фактора. Расчет навески анализируемого вещества.

#### **Четвертый семестр (Экзамен)**

25. Приемы при определении неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа. Прямые и косвенные. Метод градуировочного (калибровочного) графика, метод стандартов, метод добавок.

26. Электрохимические методы анализа: общая характеристика. Классификация электрохимических методов.

27. Электрохимическая ячейка, ее устройство и принцип действия. Два основных типа электрохимических ячеек. Электрод сравнения и индикаторный электрод. Хлорсеребряный и каломельный электроды.

28. Потенциометрия: общая характеристика метода. Уравнение Нернста.

29. Индикаторные электроды в потенциометрии: ионоселективные электроды. Индикаторные электроды в потенциометрии: металлические электроды.

30. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.

31. Кулонометрия: общая характеристика. Преимущества кулонометрического титрования. Закон Фарадея для расчета массы анализируемого вещества в зависимости от затраченного количества электричества.
32. Прямая кулонометрия. Потенциостатический и амперостатический режим измерений. Кулонометрическое титрование. Кулонометрическое титрование с внутренней и внешней генерацией титранта. Источники получения титранта.
33. Вольтамперометрия: общая характеристика метода. Полярография. Ртутно-капельный электрод. Инверсионная вольтамперометрия.
34. Кондуктометрия: общая характеристика метода. Кондуктометрическая ячейка, константа ячейки. Удельная электропроводность как аналитический сигнал в кондуктометрическом методе, факторы, влияющие на удельную электропроводность. Прямая кондуктометрия и области ее применения. Кондуктометрическое титрование.
35. Электрогравиметрический метод: сущность метода, закон Фарадея. Требования к осадкам, выделяемым при электрогравиметрии. Преимущества метода по сравнению с гравиметрией.
36. Общая характеристика электромагнитного излучения. Электромагнитная волна и ее основные характеристики (скорость распространения, частота, волновое число, амплитуда). Энергия электромагнитного кванта. Процессы, которые происходят с веществом при взаимодействии с электромагнитным излучением: поглощение и испускание.
37. Спектр. Спектральные линии и их характеристики: положение в спектре, ширина, интенсивность. Классификация спектроскопических методов анализа. Спектрофотометрия: общая характеристика метода.
38. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Выбор длины волны при измерении оптической плотности.
39. Устройство и принцип работы спектрофотометра.
40. Фотоколориметрия: сущность метода. Отличие спектрофотометрического и фотоколориметрического метода
41. Методы измерения концентрации анализируемого вещества в спектрофотометрии.
42. ИК-спектроскопия: сущность метода. Валентные и деформационные колебания ядер атомов и их роль в ИК-спектроскопии. ИК-спектр. Области применения ИК-спектроскопии.
43. Метод ядерного магнитного резонанса, общая характеристика, основные научные принципы, лежащие в основе метода.
44. Химический сдвиг в ЯМР, стандартное вещество. Спектры ЯМР, спектральные параметры, применяемые для интерпретации спектров ЯМР. Области применения спектроскопии ЯМР.

45. Хроматография: сущность метода. Основные понятия: сорбция, сорбтив, сорбат, элюирование, элюент, элюат. Классификация хроматографических методов.
46. Газовая хроматография: общая характеристика метода. Подвижная и неподвижная фаза в газовой хроматографии.
47. Устройство и принцип действия газового хроматографа. Типы хроматографических колонок, применяемых в газовой хроматографии. Детекторы газовой хроматографии (пламенно-ионизационный, катарометр, электронно-захватный детектор): назначение и принцип действия.
48. Качественный анализ в хроматографии. Время удерживания. Удерживаемый объем.
49. Количественный анализ в хроматографии. Расчет площади пика. Методы расчета хроматограмм: метод простой нормировки, метод внутренней нормировки, метод внутреннего стандарта, метод калибровочного графика.
50. Жидкостная хроматография. Подвижная фаза в жидкостной хроматографии. ВЭЖХ. Основные узлы жидкостного хроматографа.
51. Гель-хроматография: сущность метода, области применения. Определение молекулярной массы белка методом гель-хроматографии.
52. Метод масс-спектропии: сущность метода; преимущества и недостатки. Области применения. Масс-спектрометр, устройство (блок-схема) и принцип действия.
53. Способы ионизации исследуемого вещества. Масс-анализаторы: назначение, основные типы и их характеристика.
54. Масс-спектры: общая характеристика. Анализ масс-спектров.

#### **8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя: для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) зачетом/зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом), – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине;

для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) экзаменом, – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (экзамен) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

По дисциплинам, завершающимся зачетом/зачетом с оценкой, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 100 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего

контроля.

По дисциплинам, завершающимся экзаменом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (экзамене).

Система оценивания. В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся Волгоградского государственного университета предусмотрена возможность предоставления студентам выполнения дополнительных заданий повышенной сложности (не включаемых в перечень обязательных и, соответственно, в перечень обязательного текущего контроля успеваемости) и получения за выполнение таких заданий «премиальных» баллов, - для поощрения обучающихся, демонстрирующих выдающие способности.

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников. Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К основным формам текущего контроля можно отнести:

Форма текущего контроля: Контрольная работа контрольные работы применяются для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине или ее части. Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа. Может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

Форма текущего контроля: Устный опрос, собеседование устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Форма текущего контроля: Письменные задания или лабораторные работы письменные задания являются формой оценки знаний и предполагают подготовка письменного ответа, решение специализированной задачи, выполнение теста. являются формами контроля и средствами применения и реализации полученных обучающимися знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуются для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании компетенций. Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем. Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение, как отдельной дисциплины, так и ее раздела (разделов) /модуля (модулей). Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций. К формам промежуточного контроля можно отнести:

Форма промежуточной аттестации: Экзамен по дисциплине или ее части имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. Форма проведения, как правило, предусматривает ответы на вопросы экзаменационного билета, выполнение которых направлено на проверку сформированности компетенций по соответствующей учебной дисциплине.

Методика формирования результирующей оценки:

### Третий семестр

1. Контрольная работа - от 13 до 20 баллов
2. Устный опрос, собеседование - от 14 до 20 баллов
3. Письменные задания или лабораторные работы - от 13 до 20 баллов
4. Экзамен - от 20 до 40 баллов

### Четвертый семестр

1. Контрольная работа - от 13 до 20 баллов
2. Устный опрос, собеседование - от 14 до 20 баллов
3. Письменные задания или лабораторные работы - от 13 до 20 баллов

4. Экзамен - от 20 до 40 баллов

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **9.1 Основная литература**

1 Аналитическая химия: учебник / Н. И. Мовчан, Р. Г. Романова, Т. С. Горбунова [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 394 с. — (Высшее образование). - Текст: электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/2084155>

2. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносок, И.Е. Талуть. — 2-е изд. — Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2023. — 542 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1940916>

3. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учебное пособие / А.И. Жебентяев. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 206 с.: ил. — (Высшее образование). - Текст: электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1915980>

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Ищенко, А. В. Аналитическая химия и физико-химические методы исследования: учебное пособие / А. В. Ищенко, И. А. Сибирцева. — Донецк ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2023. — 136 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/338840>

2. Аналитическая химия: химические методы анализа: учебное пособие / Е. Г. Власова, А. Ф. Жуков, И. Ф. Колосова [и др.]; под ред. О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 467 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-502-8. - Текст: электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1984029>

3. Васюкова, А. Т. Аналитическая химия: учебник / А. Т. Васюкова, М. Д. Веденяпина. - 3-е изд. - Москва: Дашков и К, 2022. - 155 с. - Текст: электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1922282>

В качестве учебно-методического обеспечения могут быть использованы другие учебные, учебно-методические и научные источники по профилю дисциплины, содержащиеся в электронно-библиотечных системах, указанных в п. 11.2 «Электронно-библиотечные системы».

### **9.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru/> - ELIBRARY.RU

2. <https://www.biblio-online.ru/> - ЭБС Юрайт

3. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань"

4. <https://www.chem.msu.ru/>

Портал фундаментального химического образования России. Наука. Образование. Технологии.

## **10. Методические указания по освоению дисциплины для лиц с ОВЗ и инвалидов**

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального учебного плана (при необходимости), изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: - индивидуальные консультации преподавателя; - максимально полная презентация содержания дисциплины в ЭИОС (в частности, полнотекстовые лекции, презентации, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

### **11. Перечень информационных технологий**

В учебном процессе активно используются информационные технологии с применением современных средств телекоммуникации; электронные учебники и обучающие компьютерные программы. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. ЭИОС предоставляет открытый доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к электронным библиотечным системам и электронным образовательным ресурсам.

#### **11.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)**

1. 7-zip
2. Microsoft Windows (не ниже XP)
3. Microsoft Office (не ниже 2003)
4. Антивирус Kaspersky
5. Adobe Acrobat Reader
6. Специальное программное обеспечение указывается в методических материалах по ОПОП (при необходимости)

#### **11.2 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы, в т.ч. электронно-библиотечные системы (обновление выполняется еженедельно)**

	Название	Краткое описание	URL-ссылка
--	----------	------------------	------------

	Научная электронная библиотека	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
	ЭБС "Лань"	Электронно-библиотечная система	<a href="https://elibrary.lanbook.com/">https://elibrary.lanbook.com/</a>
	ЭБС Znanium.com	Электронно-библиотечная система	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
	ЭБС BOOK.ru	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
	ЭБС Юрайт	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
	Scopus	Scopus – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится 23700 изданий от 5000 международных издателей, в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства.	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
	Web of Science	Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. С платформой Web of Science вы можете получить доступ к непревзойденному объему исследовательской литературы мирового класса, связанной с тщательно отобранным списком журналов, и открыть для себя новую информацию при помощи скрупулезно записанных метаданных и ссылок.	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>

	КонсультантПлюс	Информационно-справочная система	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
	Гарант	Информационно-справочная система по законодательству Российской Федерации	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
	Научная библиотека ВолГУ им О.В. Иншакова		<a href="http://library.volsu.ru/">http://library.volsu.ru/</a>

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа представляют собой специальные помещения, в состав которых входят специализированная мебель и технические средства обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВолГУ.