

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии
Артюхов В.Г.



29.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01 Спецпрактикум по биофизике

1. Код и наименование направления подготовки:

06.03.01 Биология

2. Профиль подготовки:

Биофизика

3. Квалификация выпускника:

Бакалавр

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Биофизики и биотехнологии

6. Составители программы:

Калаева Елена Анатольевна, канд. биол. наук., доц.;

Шилова Елена Васильевна, ассистент

7. Рекомендована: НМС медико-биологического (биолого-почвенного) факультета,
протокол № 4 от 29.05.2023 г.

8. Учебный год: 2024/2025, 2025/2026, 2026/2027

Семестр(ы)/Триместр(ы): 4, 5, 6, 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью является освоение студентами физико-химических методов анализа биосистем, овладение техникой выполнения лабораторных работ.

Задачи: обеспечить освоение студентом теоретических основ методов физико-химической биологии, получение практических навыков работы. Студент должен уметь ставить цели исследовательской работы и решать их, используя методы: спектрофотометрии в УФ- и видимой области спектра, люминесценции и люминесцентных зондов, электрофореза, гель-хроматографии, иммуноферментного анализа, рефрактометрии, нефелометрии; регистрации кривых диссоциации оксигемоглобина, математического моделирования, статистической обработки полученных результатов. В ходе освоения курса студенты должны получить практические навыки работы на экспериментальном оборудовании, при помощи освоенных методов анализа исследовать структурно-функциональные свойства белков и клеток крови в интактном состоянии и после модификации физико-химическими агентами; научиться описывать и объяснять результаты экспериментов, используя теоретические знания в области биофизики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к блоку Дисциплины (Б.1), часть, формируемая участниками образовательных отношений (Б.1.В).

Студенты должны иметь элементарные навыки выполнения лабораторных работ, базовые знания по молекулярной биологии и биофизике.

Дисциплина предшествует курсам «Биофизика», выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по профилю «Биофизика».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.2	Проводит исследование в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и фиксирует результаты	Знать: правила проведения биологических исследований Уметь: проводить исследования Владеть: навыками проведения эксперимента, его описания и фиксации результатов
ПК-3	Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более высокой квалификации	ПК-3.2	Представляет/оформляет результаты лабораторных и/или полевых испытаний в соответствии с действующими технологическими регламентами/требованиями и формулирует выводы	Знать: правила оформления лабораторных исследований Уметь: составлять отчёт о проведённых исследованиях и формулировать выводы Владеть: навыками систематизации, оформления полученных экспериментальных данных и их анализа
ПК-4	Способен применять теоретические знания о молекулярных	ПК-4.2	Применяет современные методы биофизического эксперимента, исследования	Знать: правила эксплуатации современного научного оборудования; Уметь: применять методы: спектрофотометрии в УФ- и видимой

	основах и механизмах физических и физико-химических процессов для решения отдельных практических задач в области биофизики и биотехнологии		физических и физико-химических процессов на разных уровнях организации живой материи для решения отдельных практических задач в области биофизики и биотехнологии	области спектра, люминесценции и люминесцентных зондов, электрофореза, гель-хроматографии, иммуноферментного анализа, рефрактометрии, математического моделирования, статистической обработки полученных результатов для анализа макромолекулярных и клеточных систем Владеть: техникой выполнения лабораторных работ
ПК-5	Способен применять современные представления об основах биотехнологии, биомедицины, нанобиотехнологии, компьютерного моделирования в научно-исследовательской деятельности	ПК-5.2	Проводит отдельные этапы научно-исследовательских работ в области биотехнологии, биомедицины, нанобиотехнологии, компьютерного моделирования биологических систем и процессов	Знать: основы методов биотехнологии, биомедицины, нанобиотехнологии, компьютерного моделирования биологических систем и процессов Уметь: применять на практике знания об основах биотехнологии, биомедицины, нанобиотехнологии, компьютерного моделирования Владеть: техникой проведения отдельных этапов научно-исследовательских работ

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 9 ЗЕ / 324 ч.

Форма промежуточной аттестации зачёт с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		4 сем	5 сем	6 сем	7 сем
Аудиторные занятия	224	34	64	64	64
в том числе:	лекции				
	практические				
	лабораторные	224	34	64	64
Самостоятельная работа	100	38	8	8	44
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)					
Итого:	324	72	72	72	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
		Не предусмотрены	
2. Практические занятия			
		Не предусмотрены	
3. Лабораторные занятия			
3.1	Техника выполнения лабораторных работ. Вспомогательное оборудование	Техника выполнения лабораторных работ. Приготовление растворов заданной концентрации. Приготовление буферных растворов. Правила работы с кровью доноров. Знакомство со вспомогательным оборудованием (рН-метр, термостат, центрифуга, весы).	-
3.2	Спектрофотометрия в УФ-	Спектрофотометрия в УФ- и видимой области	-

	и видимой области спектра. Исследование изменений спектральных свойств биомолекул в интактном состоянии	спектра. Закономерности поглощения света веществом. Спектральные свойства биомолекул. Устройство и правила работы на фотоэлектроколориметре КФК-ЗМП и спектрофотометре Shimadzu. Исследование спектральных свойств рибофлавина, фотосинтетических пигментов растений. Исследование спектральных свойств ароматических аминокислот, белков (гемоглобина, альбумина), плазмы и сыворотки крови доноров.	
3.3	Хроматографические методы анализа. Гель-фильтрация на сефадексах. Исследование изменений гель-хроматографических свойств биомолекул в интактном состоянии и в условиях воздействия физико-химических факторов	Хроматографические методы анализа. Гель-фильтрация на сефадексах. Выбор и подготовка сефадекса. Набивка колонки для гель-фильтрации. Калибровка колонки, подготовка калибровочного графика. Определение молекулярной массы оксигемоглобина Исследование влияния температуры и УФ-света на гель-хроматографические свойства оксигемоглобина Исследование вклада гидроксильных радикалов в фотомодификацию оксигемоглобина.. Принципы выделения и очистки белков и нуклеиновых кислот. Применение хроматографических методов для очистки макромолекул.	-
3.4	Механизм гемолиза эритроцитов. Фотоиндуцированный гемолиз	Влияние УФ-света и кислотности среды на степень гемолиза эритроцитов. Влияние антиоксидантов на фотоиндуцированный гемолиз эритроцитов.	-
3.5	Люминесцентные методы анализа. Структурно-функциональные модификации мембран и клеток в интактном состоянии и после воздействия физико-химических факторов	Люминесцентные методы анализа состояния биосистем. Устройство и правила работы на хемилюминометре БХЛ-06М. Определение уровня пероксидного окисления липидов в лейкоцитах после УФ-облучения с помощью метода хемилюминесценции Определение активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутазы, каталазы) в лейкоцитах крови доноров после воздействия физико-химических факторов. Сущность метода флуоресцентных зондов.	-
3.6	Кинетика ферментативного катализа.	Использование спектрофотометрического метода для определения активности ферментов. Определение активности каталазы. Исследование каталитической активности каталазы при различных концентрациях субстрата. Графические методы определения параметров ферментативной реакции. Аллостерические ферменты. Определение константы Хилла. Исследование термостабильности каталазы. Решение задач по кинетике ферментативного катализа	-
3.7	Атомно-силовая микроскопия. Применение в биологических исследованиях	Принцип действия атомно-силового микроскопа. Применение сканирующей атомно-силовой микроскопии в биологических исследованиях. Подготовка образцов для атомно-силовой микроскопии	-
3.8	Спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра. Основы метода. Оптимизация режимов работы фотоколориметра и спектрофотометра	Оборудование, техника измерения, фотоколориметры и спектрофотометры. Закономерности поглощения света веществом. Спектральные свойства биомолекул. Оптимизация режимов работы спектрофотометров при измерении поглощения образцов. Спектральное разрешение, отношение сигнал/шум, шаг измерения, случайная и систематическая ошибка. Выполнение заданий. Решение задач.	-
3.9	Исследование спектральных свойств	Изучение спектров поглощения растворов гемоглобина и альбумина, инкубированных при	-

	белков модифицированных воздействием температуры, УФ-света, модифицированных воздействием УФ-света в присутствии фотопротекторов	различной температуре. Работа с источником УФ-света. Изучение спектров поглощения гемоглобина и альбумина в присутствии фотопротекторов (D-маннита). Решение задач. Выполнение заданий.	
3.10	Основы методов динамического и электрофоретического рассеяния света	Работа с анализатором размера наночастиц методом динамического рассеяния света. Принцип устройства прибора. Определение гидродинамического радиуса интактного раствора бычьего сывороточного альбумина и после УЗ-обработки.	-
3.11	Моделирование. Регрессионные модели в биологии	Математические модели: определение, назначение, особенности применения. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Регрессионные модели. Простая регрессия. Общая характеристика метода и его назначение. Общеупотребительные регрессионные модели и области их приложения. Выбор регрессионной модели, критерии адекватности модели экспериментальным данным	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции и	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Техника выполнения лабораторных работ. Вспомогательное оборудование	—	—	26	2	28
2	Спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра. Исследование изменений спектральных свойств биомакромолекул в интактном состоянии и в условиях воздействия физико-химических факторов	—	—	26	8	34
3	Хроматографические методы анализа. Гель-фильтрация на сефадексах. Исследование изменений гель-хроматографических свойств биомакромолекул в интактном состоянии и в условиях воздействия физико-химических факторов	—	—	22	8	31
4	Механизм гемолиза эритроцитов. Фотоиндуцированный гемолиз	—	—	16	10	26
5	Структурно-функциональные модификации мембран и клеток в интактном состоянии и после воздействия физико-химических факторов. Люминесцентные методы анализа	—	—	16	10	26
6	Кинетика ферментативного катализа	—	—	18	10	26
7	Атомно-силовая микроскопия. Применение в биологических исследованиях	—	—	10	6	17

8	Прецизионная спектрофотометрия. Основы метода.	—	—	10	8	19
9	Оптимизация режимов работы фотоколориметра и спектрофотометра.	—	—	10	8	19
10	Исследование спектральных свойств белков модифицированных воздействием УФ-света.	—	—	16	8	20
11	Изучение спектральных свойств белков модифицированных воздействием УФ-света в присутствии фотопротекторов.	—	—	12	8	20
12	Работа с анализатором размера наночастиц методом динамического рассеяния света. Принцип устройства прибора. Определение гидродинамического радиуса интактного раствора бычьего сывороточного альбумина и после УЗ-обработки.	—	—	16	6	20
13	Моделирование. Регрессионные модели в биологии	—	—	18	6	19
	Итого:			226	98	324

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Спецпрактикум по биофизике», расположенного по адресу: <https://edu.vsu.ru> на портале «Электронный университет ВГУ». Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. Проверить наличие доступа к курсу. В случае выявления проблем своевременно обратиться к преподавателю или в службу технической поддержки.

2. Изучить интерфейс курса, знать способы взаимодействия с преподавателем в рамках ЭУК: сообщение на форуме, отправка личного сообщения, чат.

3. Ознакомиться с целью и задачами дисциплины, перечнем формируемых компетенций и результатов обучения, программой дисциплины, календарным планом, траекторией освоения дисциплины, комплексом вопросов и требований для промежуточной аттестации.

4. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

Методические указания по проработке материалов учебника

Внимательно ознакомьтесь с программой, тематическим и календарным планами, с вопросами к аттестации. Изучая в эти документы, постарайтесь вспомнить соответствующий учебный материал общих дисциплин – физики, химии, биологии, экологии и др. Выпишите в рабочую тетрадь те понятия, идеи и проблемы, которые вам незнакомы, встретились при изучении этих документов впервые.

1. Изучайте учебный материал последовательно, соответственно рабочему плану. В случае необходимости возвращайтесь к учебникам по общим дисциплинам, обращайтесь к рекомендованной учебной литературе.

2. При изучении каждой темы выписывайте новые понятия и термины в рабочую тетрадь.

3. Используя глоссарий, учебники, энциклопедические словари, Интернет-ресурсы и другие информационные источники, раскройте их смысл.

4. Внимательно ознакомьтесь с контрольными вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и

постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе.

5. Вычлените концептуальные идеи, заложенные в учебном материале, раскройте их смысл, обоснуйте и выпишите в рабочую тетрадь.

6. Составьте по теме опорный конспект в виде плана-ответа на вопросы, выносимые на аттестацию.

Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

1. Ознакомьтесь с планом занятия и списком рекомендованной к нему литературы.

2. Изучите рекомендованную литературу. Начинайте с оглавления. Выберите в нем темы, непосредственно относящиеся к проблеме занятия. Изучите их.

3. Обдумайте ответы на вопросы. Используя дополнительную литературу, а также другие информационные источники, найдите примеры, подтверждающие варианты ответов.

Методические указания для подготовки к аттестации

1. Внимательно ознакомьтесь с вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Биофизика: учебник для вузов / под ред. В.Г. Артюхова. – М.: Деловая книга: Академический проект, 2009. – 294 с.
2	Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов: учеб.пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 220 с.
3	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Артюхова ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. - 314 с.
4	Артюхов В.Г. Поиск, систематизация, обработка и анализ информации в биофизических и биологических исследованиях : учеб. пособие / В.Г. Артюхов, Е.А. Калаева, М.Г. Холявка ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. - 125 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Артюхов В.Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия: учеб.пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 156 с.
6	Аналитическая хроматография / К.И. Сакодынский [и др.]. – М.: Химия, 1993. – 464 с.
7	Артюхов В.Г. Гемопротеиды: закономерности фотохимических превращений в условиях различного микроокружения / В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 1995. – 280 с.
8	Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов / Ю.А. Владимиров, А.Я. Потапенко. – М.: Высш. шк., 1989. – 199 с.
9	Владимиров Ю.А. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран / Ю.А. Владимиров, Г.Е. Добрецов. – М.: Наука, 1980. – 320 с.
10	Геннис Р. Биомембраны: молекулярная структура и функции / Р. Геннис. – М.: Мир, 1997. – 622 с.
11	Детерман Г. Гель-хроматография / Г. Детерман. – М.: Мир, 1970. – 248 с.
12	Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов / Г.Е. Добрецов. – М.: Наука, 1989. – 277 с.
13	Жеребцов Н.А. Биохимия: учеб. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. - Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2002. - 696 с.
14	Иржак Л. И. Гемоглобины и их свойства / Л.И. Иржак. - М.: Наука, 1975. – 240 с.
15	Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных / А.П. Кулаичев. – М.:

	ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. - 512 с.
16	Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – С. 254-305.
17	Маурер Г. Диск-электрофорез / Г. Маурер. –М.: Мир, 1971. - 247 с.
18	Олигомерные белки: структурно-функциональные модификации и роль субъединичных контактов / В.Г. Артюхов [и др.]. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 1997. – 264 с.
19	Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот / Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1985. – 536 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
20	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
21	www.molbiol.ru , - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.
22	www.nature.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.
23	www.swissprot.com – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
24	Артюхов В.Г. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами: учеб.пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. - Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2000. – 296 с.
25	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 1996. – 240 с.
26	Башарина О.В. Спектральные и хроматографические методы анализа: учеб.материалы к Большому практикуму «Физико-химические методы в биологии» / О.В. Башарина, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2006. – 67 с.
27	Калаева Е. А. Регрессионные модели в биофизических исследованиях: учеб.пособие для вузов / Е.А. Калаева, В.Г. Артюхов. – Воронеж, Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2007. – 40 с.
28	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.]. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2001. – 224 с.
29	Практикум по иммунологии: учеб. пособие / Под ред. И.А. Кондратьевой, В.Д. Самуилова. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 224 с.
30	Путинцева О.В. Электрофоретические методы анализа биосистем: учеб.-метод. пособие к большому практикуму «Физико-химические методы в биологии» / О.В. Путинцева, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2006. – 51 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная лаборатория (г.Воронеж, Университетская, д.1, пом.І, ауд. 61)	Специализированная мебель, рН-метр портативный HI83141; дистиллятор, 4 л/ч, нержавеющая сталь без бака накопителя, Liston; дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10; микроскоп МБС - 10; микроскоп медицинский БИОМЕД исполнение БИОМЕД 2; рН-метр карманный, короткий электрод; спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ; вискозиметр
Лаборатория теоретической биофизики (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, Университетская, д.1, пом.І, ауд.	Специализированная мебель, проектор SANYO PLS-SL20, экран для проектора, ноутбук ASUS V6800V с возможностью подключения к сети «Интернет»

59)	
Дисплейный класс (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 67)	Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Техника выполнения лабораторных работ. Вспомогательное оборудование	ПК-2	ПК-2.2	Практическое задание № 1
2.	Спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра. Исследование изменений спектральных свойств биомакромолекул в интактном состоянии	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 2
3.	Хроматографические методы анализа. Гель-фильтрация на сефадексах. Исследование изменений гель-хроматографических свойств биомакромолекул в интактном состоянии и в условиях воздействия физико-химических факторов	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 3
4.	Механизм гемолиза эритроцитов. Фотоиндуцированный гемолиз	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 4
5.	Люминесцентные методы анализа. Структурно-функциональные модификации мембран и клеток в интактном состоянии и после воздействия физико-химических факторов	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 5
6.	Кинетика ферментативного катализа.	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 6
7.	Атомно-силовая микроскопия. Применение в биологических исследованиях	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 7
8.	Спектрофотометрия в УФ- и видимой	ПК-2, ПК-3,	ПК-2.2, ПК-3.2,	Практическое задание № 8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	области спектра. Основы метода. Оптимизация режимов работы фотоколориметра и спектрофотометра	ПК-4	ПК-4.2	
9.	Исследование спектральных свойств белков модифицированных воздействием температуры, УФ-света, модифицированных воздействием УФ-света в присутствии фотопротекторов	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 9-12
10.	Основы методов динамического и электрофоретического рассеяния света	ПК-2, ПК-3, ПК-4	ПК-2.2, ПК-3.2, ПК-4.2	Практическое задание № 13
11.	Моделирование. Регрессионные модели в биологии	ПК-5	ПК-5.2	Практическое задание № 14
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт с оценкой				<i>Перечень вопросов Практическое задание</i>

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы для контрольной работы

1. Спектрофотометрия - самый распространенный метод аналитической спектроскопии.

Преимущества и ограничения метода

2. Возможна ли отрицательная оптическая плотность (в отсутствие светорассеяния и люминесценции)?
3. Что такое молярный коэффициент поглощения и в чем его физический смысл?
4. Дифференциальная спектрофотометрия
5. Перечислите реакции, которые могут быть использованы в спектрофотометрии
6. Перечислите основные электронные переходы в спектрофотометрии
7. Принцип метода ДРС (динамическое рассеяние света)
8. Преимущества и недостатки метода ДРС
9. Схема прибора Zetasizer Nano ZSP
10. Принцип метода ЭРС (электрофоретическое рассеяние света)
11. Дзета-потенциал.

Перечень практических заданий

1. Техника выполнения лабораторных работ. Приготовление растворов заданной концентрации. Приготовление буферных растворов. Правила работы с кровью доноров. Знакомство со вспомогательным оборудованием (рН-метр, термостат, центрифуга, весы).

2. Спектрофотометрия в УФ - и видимой области спектра. Закономерности поглощения света веществом. Спектральные свойства биомолекул. Устройство и правила работы на спектрофотометре Shimadzu. Исследование спектральных свойств рибофлавина,

фотосинтетических пигментов растений. Исследование спектральных свойств ароматических аминокислот, белков (гемоглобина, альбумина), плазмы и сыворотки крови доноров.

3. Хроматографические методы анализа. Гель-фильтрация на сефадексах. Выбор и подготовка сефадекса. Набивка колонки для гель-фильтрации. Калибровка колонки, подготовка калибровочного графика. Определение молекулярной массы оксигемоглобина Исследование влияния температуры и УФ-света на гель-хроматографические свойства оксигемоглобина Исследование вклада гидроксильных радикалов в фотомодификацию оксигемоглобина.. Принципы выделения и очистки белков и нуклеиновых кислот. Применение хроматографических методов для очистки макромолекул.

4. Влияние УФ-света и кислотности среды на степень гемолиза эритроцитов. Влияние антиоксидантов на фотоиндуцированный гемолиз эритроцитов.

5. Люминесцентные методы анализа состояния биосистем. Устройство и правила работы на хемилюминометре БХЛ-06М. Определение уровня пероксидного окисления липидов в лейкоцитах после УФ-облучения с помощью метода хемилюминесценции Определение активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталазы) в лейкоцитах крови доноров после воздействия физико-химических факторов. Сущность метода флуоресцентных зондов.

6. Использование спектрофотометрического метода для определения активности ферментов. Определение активности каталазы. Исследование каталитической активности каталазы при различных концентрациях субстрата. Графические методы определения параметров ферментативной реакции. Аллостерические ферменты. Определение константы Хилла. Исследование термостабильности каталазы. Решение задач по кинетике ферментативного катализа

7. Принцип действия атомно-силового микроскопа. Применение сканирующей атомно-силовой микроскопии в биологических исследованиях. Подготовка образцов для атомно-силовой микроскопии

8. Оборудование, техника измерения, фотоколориметры и спектрофотометры. Закономерности поглощения света веществом. Спектральные свойства биомолекул. Оптимизация режимов работы спектрофотометров при измерении поглощения образцов. Спектральное разрешение, отношение сигнал/шум, шаг измерения, случайная и систематическая ошибка. Выполнение заданий. Решение задач.

9. Принципы метода, его аппаратная и программная реализация. Исследование спектров поглощения белков (на примере гемоглобина и альбумина). Исследование спектров поглощения ароматических и гетероциклических аминокислот и белков: альбумина и гемоглобина.

10. Дифференциальная (производная) спектрофотометрия. Особенности метода: ложные пики-сателлиты. Выполнение заданий.

11. Изучение спектров поглощения растворов гемоглобина и альбумина, инкубированных при различной температуре.

12. Работа с источником УФ-света. Изучение спектров поглощения гемоглобина и альбумина в присутствии фотопротекторов (D-маннита). Решение задач. Выполнение заданий

13. Исследование гидродинамического диаметра и дзета-потенциала раствора бычьего сывороточного альбумина.

14. Построение регрессионной модели для определения концентрации раствора по величине его оптической плотности.

Задания для диагностических работ

Тесты

Экспериментальные исследования дают:

1. критерии оценки обоснованности и приемлемости на практике любых теорий и теоретических предположений
2. критерий положений об исследовании оценки приемлемости тех или иных выводов
3. средство для достижения принятых решений
4. средство для получения знаний об объекте исследования

Для научного эксперимента НЕ характерно:

1. Точность и достоверность

2. Принципиальная невозможность поставить эксперимент (хотя бы мысленный), результат которого мог бы опровергнуть данную теорию
3. Словесное описание наблюдения и выдвижение гипотезы.
4. Прогнозирование и моделирование

Первым пунктом при проведении научного эксперимента является:

1. Сбор данных.
2. Анализ полученных данных.
3. Планирование эксперимента.
4. Выбор темы исследования и выдвижение гипотезы.

К методам сбора информации относят:

1. Наблюдение
2. Эксперимент
3. Анализ и синтез
4. Корреляция

Ряд числовых значений признака, расположенный в определенном порядке, называется

1. Статистическим
2. Аналитическим
3. Стохастическим
4. Верифицируемым

Выберите правильный ответ и закончите предложение: Определение плотности раствора проводят.....

1. термометром
2. ареометром
3. рефрактометром
4. вискозиметром

Были зарегистрированы спектры поглощения гемоглобина крови человека со следующими значениями оптической плотности в максимумах: 278, 407, 500 и 630 нм. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что раствор содержал:

1. Оксигемоглобин
2. Дезоксигемоглобин
3. Карбоксигемоглобин
4. Метгемоглобин

Короткий ответ

Сколько граммов агарозы необходимо взять для приготовления 30 мл 2% агарозного геля?

Ответ: 0,6 г

Малое эссе

Каким образом можно нивелировать вклад дрейфа концентрации образцов в величину оптической плотности на электронных спектрах поглощения?

Ответ: Нивелировать вклад дрейфа концентрации образцов в величину оптической плотности на электронных спектрах поглощения можно с помощью процедуры нормирования графиков, приняв, что интенсивность светорассеивания обратно пропорциональна значению длины волны в 4 степени, смоделировав эту зависимость на области, где светопоглощение практически отсутствует, экстраполировав эту зависимость на всю исследованную область и вычитая модельные значения из экспериментальных в каждой точке спектра поглощения.

Большое эссе

Опишите принцип, лежащий в основе метода гель-фильтрации

Ответ: Разделение молекул по размерам и форме основано на свойствах молекулярного сита, которыми обладают многие пористые материалы. Наиболее часто для этой цели применяют органические полимеры с трехмерной сетчатой структурой, придающей им свойства гелей. Разделение веществ при помощи гелей, основанное на различиях в размере молекул, называется гель-фильтрацией. В качестве молекулярного сита также применяются пористые стеклянные гранулы. Понятие проникающая хроматография включает в себя все виды разделения молекул, основанные на принципе молекулярного сита. Принцип, лежащий в основе метода проникающей хроматографии, называется "метод обратного молекулярного сита". Хроматографическую колонку заполняют набухшим гелем и уравнивают с помощью соответствующего буферного раствора. Крупные молекулы, не проникающие в поры сита, проходят между частицами геля, в то время как небольшие молекулы «застревают» в них и движутся с меньшей скоростью.

Тесты

Верная последовательность при оформлении лабораторных исследований

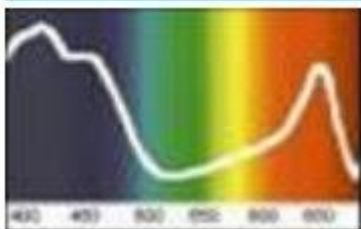
- А) Титульный лист
- Б) Результаты эксперимента
- В) Вывод
- Г) Оборудование для работы
- Д) Цели и задачи
- Е) Анализ результатов
- Ж) Подробная методика

- 1. АДГЖБЕВ
- 2. А ГЖДЕБВ
- 3. АЖВДГБЕ
- 4. АГБДЕВЖ

Что из нижеперечисленного НЕ соответствует правилам формулировки выводов исследования ?

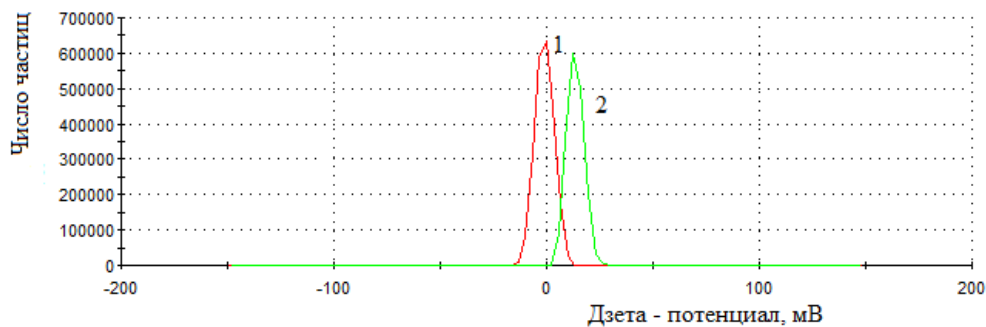
- 1. выводы должны являться следствием данного исследования и не требовать дополнительных измерений;
- 2. выводы должны соответствовать поставленным задачам
- 3. выводы должны формулироваться лаконично, не иметь большого количества цифрового материала
- 4. в выводах необходимо указать общеизвестные истины, на которых базируется исследование

Какой вывод можно сделать из представленного спектра поглощения ?



- 1. Анализируемое вещество имеет фиолетовый цвет
- 2. Анализируемое вещество имеет зелёный цвет
- 3. Соединение не поглощает в видимой области спектра
- 4. Соединение активно поглощает в зеленой области спектра

На рисунке изображено значение дзета-потенциала наночастиц магнетита до (1) и после (2) покрытия ПАВ (цетилтриметиламмония бромидом).



Какой вывод можно сделать по данному графику?

1. Покрытие ЦТАБ наночастиц магнетита приводит к увеличению стойкости к агрегации
2. Наночастицы, нестабилизированные ПАВ, более стойки к агрегации
3. Поверхность магнетита без ПАВ заряжена положительно
4. Поверхность наночастиц без ПАВ заряжена отрицательно

Вопросы с кратким ответом

1. Время для краткой питч-презентации ограничено

Ответ: 1-3 минутами.

2. Решение задачи – добиться подробного рассмотрения проекта и его составляющих достигается в рамках _____ питч-презентации

Ответ: полной

Малое эссе

1. Перечислите основные этапы статистического анализа результатов эксперимента.

Ответ:

сбор исходных данных для анализа;

ввод данных в компьютер;

визуальное изучение данных в графическом виде;

редактирование или преобразование данных;

выбор и выполнение соответствующего метода анализа;

Представление результатов анализа в численном, графическом или табличном виде.

Выводы по результатам анализа.

Тесты

Все измерения на спектрофотометре проводятся:

1. С закрытой крышкой
2. С открытой крышкой
3. Положение крышки не имеет принципиального значения
4. Положение крышки кюветного отделения зависит от диапазона исследуемого излучения

При регистрации спектра поглощения раствора необходимо:

1. Снять базовую линию по кювете с водой
2. Снять базовую линию по кювете с растворителем
3. Снять базовую линию по любому простому белку
4. Заполнить кювету образцом и сразу приступить к измерениям

При наличии в спектре поглощения вещества нескольких максимумов поглощения в качестве аналитической длины волны выбирают:

1. Максимум с наименьшей длиной волны

2. Наиболее длинноволновый максимум поглощения
3. Наименее выраженный максимум поглощения
4. Максимум поглощения с наименьшей амплитудой

Возможна ли отрицательная оптическая плотность (в отсутствие светорассеяния и люминесценции)?

1. Да, если коэффициент поглощения отрицателен
2. Да, поскольку мы всегда устанавливаем "нуль" измерений прибора, т.е. когда тестовый раствор поглощает меньше, чем раствор сравнения
3. Нет, иначе получится, что света в образец входит меньше, чем выходит, этого не может быть (если только нет рассеяния внешнего света и люминесценции)
4. Нет, отрицательных аналитических сигналов не бывает в принципе, иначе по уравнению закона Бера у нас будет отрицательная концентрация

Дифференциальная спектрофотометрия используется для

1. сложных смесей веществ
2. только как детектор в хроматографии
3. сильно поглощающих растворов
4. реакций осаждения

Краткий ответ

Для быстрого приготовления точных растворов применяют _____ – заранее приготовленные и запаенные в ампулы точные количества реактива, необходимые для приготовления раствора заданной концентрации

Ответ: стандарт-титры (фиксаналы)

Нормальность раствора указывает количество грамм-эквивалентов растворенного вещества содержащего в _____

Ответ: 100 г

Малое эссе

Что такое гиперхромный и гипохромный эффекты?

Ответ: Гиперхромный эффект – увеличение интенсивности поглощения. Гипохромный эффект – уменьшение интенсивности поглощения.

Что такое гипсохромный и батохромный эффекты?

Ответ: Батохромный эффект – сдвиг полосы поглощения в длинноволновую область спектра в область больших значений длин волн. Гипсохромный эффект – сдвиг полосы поглощения в коротковолновую область спектра в область меньших значений длин волн.

Тесты

1. По своей физической природе свет представляет собой:

- Ионизирующее электромагнитное излучение
- Электромагнитные волны, воспринимаемые органами зрения человека
- Поток фотонов, воспринимаемых органами зрения человека
- Свет имеет двойственную природу – это и поток фотонов и электромагнитные волны

2. Какое излучение обладает наибольшей ионизирующей способностью?

- Видимый свет
- Ультрафиолетовое излучение
- Рентгеновское излучение
- Гамма-излучение

3. Поглощение света веществом происходит при переходе его атомов (молекул):

- Из состояния с меньшей энергией в состояние с большей энергией
- Из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией
- Поглощение света не связано с процессами в атомах (молекулах)
- Из состояния с меньшей энергией в состояние с большей энергией или из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией в зависимости от длины волны падающего света

4. Какое явление описывает закон Бугера-Ламберта-Бера?

- Преломление света
- Поляризация света
- Поглощение света веществом
- Дифракция света

5. Охарактеризовать размерные характеристики белков НЕЛЬЗЯ при помощи метода:

1. Колоночной хроматографии
2. Динамического рассеяния света
3. Спектрофотометрии
4. Атомно-силовой микроскопии

6. Фотоэлектроколориметрический анализ...

1. основан на способности вещества преломлять падающий на него свет
2. основан на способности веществ окисляться или восстанавливаться под воздействием видимого излучения
3. требует получения окрашенных форм анализируемых соединений
4. позволяет определять концентрации мутных и тёмноокрашенных растворов.

7. Хроматография основана на

1. Различной способностью веществ отклонять поляризованный луч
2. Различной скоростью броуновского движения частиц различной массы
3. Различной сорбционной ёмкостью соединений
4. Различной способностью веществ поглощать свет

Какая величина не входит в уравнение Нернста:

1. R- газовая постоянная;
2. T- абсолютная температура;
3. F- число Фарадея;
4. h – Постоянная Планка

Что из перечисленного ниже НЕ является характерным свойством потенциала действия:

1. наличие порогового значения деполяризующего потенциала
2. закон «все или ничего»
3. в момент возбуждения резко увеличивается сопротивление мембраны
4. в момент возбуждения резко уменьшается сопротивление мембраны

Что из перечисленного ниже НЕ является фазой потенциала действия:

- 1- общее возбуждение организма
- 2 - деполяризация
- 3 - реполяризация
- 4 - следовая деполяризация

Краткий ответ

1. Спектр испускания флуоресценции – это график зависимости _____ от длины волны

Ответ: интенсивности флуоресценции

2. С какого энергетического уровня на какой происходит переход электрона при испускании кванта фосфоресценции?

Ответ: с возбужденного синглетного на возбужденный триплетный, а затем на основной

3. При помощи какого метода может быть получена визуальная информация о локализации антигенов и рецепторов на поверхности иммунокомпетентных клеток?

Ответ: флуоресцентной микроскопии с флуорофор-мечеными антителами

4. Для разделения белков массой до 600 кДа возможно использовать сефадекс _____

Ответ: G-200

Малое эссе

Что представляют собой стелс-липосомы?

Ответ: Ковалентная модификация поверхности липосом полиэтиленгликолем (ПЭГ) позволяет получить липосомы второго поколения - так называемые «стелс-липосомы». Фрагменты молекул ПЭГ образуют на поверхности липосом объемный гидрофильный слой, который позволяет замедлить распознавание липосом макрофагами ретикулоэндотелиальной системы путем пространственного ингибирования гидрофобных и электростатических взаимодействий липосом с белками плазмы, опосредующих захват коллоидных частиц макрофагами. Этот феномен, получивший название «стелс-эффекта» или «эффекта стерической стабилизации», позволяет продлить время циркуляции липосом в кровотоке.

Большое эссе

Сущность метода проточной цитофлуориметрии

Ответ: Проточная цитометрия (другое название проточная цитофлуориметрия) – это измерение химических и физических свойств клеток по мере того, как клетки “протекают” одна за одной через точку интеграции, которой наиболее часто является лазер. Поскольку клетки рассеивают лазерный свет в различных направлениях, то свойства клеток, такие как их относительный размер и сложность структуры цитоплазмы, могут быть измерены. В цельной крови человека лимфоциты, моноциты, и гранулоциты могут быть различимы друг от друга просто потому, что рассеивают лазерный свет различным образом. Большинство современных проточных цитометров могут измерять внешние клеточные свойства (экспрессию маркеров клеточной поверхности) или экспрессию внутриклеточных маркеров, содержание нуклеиновых кислот, активность ферментов и многое другое. Чтобы исследовать эти клеточные особенности, используются флуоресцентные реагенты, такие как антитела, конъюгированные с флуорохромом. Эти реагенты имеют характерные свойства светоизлучения, так что они могут быть обнаружены отдельно в различных параметрах флуоресценции. Уникальным атрибутом проточной цитометрии является то, что флуоресценция на клеточном уровне или уровне частиц может быть измерена очень быстро. Когда флуоресцентно меченные клетки или частицы проходят через луч света, флуоресцентные зонды возбуждаются. Обнаружение испускаемого света и, в конечном счете, определенных клеточных свойств происходит со скоростью 10000 событий / секунду.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов, практическое задание

Перечень вопросов к зачету:

2. Сформулируйте основные законы отражения и преломления света веществом.

3. Физическая сущность показателя преломления веществ согласно представлениям молекулярной теории и волновой оптики.
4. Что такое рефракция? Какие виды рефракции Вы знаете?
5. Основные методы рефрактометрического анализа.
6. Применение рефрактометрических методов в биологии и медицине.
7. Устройство, оптическая схема и принцип действия рефрактометра RL-1.
8. Виды рассеяния света. От каких параметров зависит рассеяние света?
9. В чем заключается различие между упругим (рэлеевским) и комбинационным рассеянием света?
10. Методы определения величины светорассеяния. Что лежит в основе данных методов?
11. Какую информацию о состоянии биологических молекул можно получить с помощью методов светорассеяния?
12. Назовите условия, необходимые для поглощения света.
13. Какие законы и правила лежат в основе фотохимического действия оптического излучения на биомолекулы?
14. Что такое оптическая плотность, светопропускание, светопоглощение растворов? В каких единицах они измеряются? Какова связь между этими величинами?
15. Закон Бугера-Ламберта-Бэра, условия его выполнения, причины отклонения от закона.
16. Дайте определение спектра поглощения вещества. Какими параметрами он характеризуется?
17. Какую информацию можно получить при анализе электронных спектров поглощения биологических соединений?
18. Хромофоры биологических молекул.
19. Спектральные свойства наиболее важных биомолекул (аминокислот, простых и сложных белков, нуклеиновых кислот, липидов, хлорофилла). Какими переходами обусловлены максимумы спектров поглощения указанных веществ?
20. Назовите спектральные приборы, используемые для работы в УФ- и видимой областях спектра.
21. В чем состоит основной принцип хроматографического разделения веществ?
22. По каким принципам можно классифицировать хроматографические методы? Виды хроматографии.
23. На чем основано разделение веществ в гель-проникающей хроматографии?
24. Основные типы носителей для гель-хроматографии.
25. Коэффициент распределения в гель-хроматографии. Как зависит скорость перемещения зоны хроматографируемого вещества от коэффициента распределения?
26. Области применения гель-хроматографии.
27. Правила подготовки сефадекса и набивки хроматографической колонки.
28. Как с помощью метода гель-хроматографии определить молекулярную массу белка? Почему при этом говорят о кажущейся молекулярной массе?
29. Биофизические методы исследования биомембран.
30. Гемолиз эритроцитов. Стадии гемолиза, механизм гемолиза.
31. Методы исследования гемолиза эритроцитов
32. Осмотическая хрупкость эритроцитов. Определение осмотической хрупкости.
33. Механизм фотоиндуцированного гемолиза эритроцитов.
34. Механизм осмотического гемолиза эритроцитов
35. Состав, структура, функции плазматических мембран лимфоцитов.
36. Выделение лимфоцитов и нейтрофилов из крови доноров.
37. Оценка жизнеспособности лейкоцитарных клеток.
38. Методы исследования структурно-функционального состояния иммуноцитов.
39. Метод иммуноферментного анализа.
40. Сущность процесса пероксидного окисления липидов, его физиологическая и патологическая роль в клетке и организме.
41. Теоретические основы люминесценции. Виды люминесценции.
42. Что собой представляет хемилюминесценция? Опишите молекулярный механизм хемилюминесценции.
43. Какие реакции обуславливают собственное свечение тканей?
44. Почему свечение биообъектов характеризуется очень низкой интенсивностью? Для чего используют активаторы хемилюминесценции?

45. Что собой представляют химические и физические активаторы люминесценции? Приведите примеры.
46. Охарактеризуйте функциональные свойства нейтрофила. Что такое «дыхательный взрыв»?
47. Что собой представляет прайминг нейтрофила?
48. Метод люминесцентных зондов.
49. Понятие молекулярности и порядка реакции.
50. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Максимальная скорость реакции и константа Михаэлиса.
51. Графические методы определения параметров ферментативных реакций.
52. Особенности кинетического поведения аллостерических ферментов.
53. Влияние температуры на скорость биохимических реакций. Правило Вант-Гоффа.
54. Уравнение Аррениуса, его преобразования.
55. Определение активности ферментов при помощи спектрофотометрического метода.
56. Принцип действия атомно-силового микроскопа.
57. Применение сканирующей атомно-силовой микроскопии в биологических исследованиях.
58. Подготовка образцов для атомно-силовой микроскопии.
59. Применение спектрофотометрических методов анализа в биологии и медицине.
60. Устройство и принцип действия установки для УФ-облучения биообъектов.
61. Правила работы, техника безопасности при работе с источниками УФ-излучения.
62. Характеристика УФ-излучения.
63. Механизмы действия УФ-излучения на белки.
64. Применение УФ-излучения в биологии и медицине.
65. Спектральные свойства гемоглобина
66. Что представляют собой активные формы кислорода?
67. Механизмы образования активных форм кислорода в биосистемах и их биологическая роль.
68. Методы обнаружения активных форм кислорода в биосистемах
69. Сущность процесса пероксидного окисления липидов, его физиологическая и патологическая роль в клетке и организме.
70. Механизмы утилизации активных форм кислорода и свободнорадикальных продуктов пероксидного окисления липидов в организме.
71. Какие соединения относят к антиоксидантам? Каковы механизмы их биологического действия и области применения?
72. Математические модели: определение, назначение, особенности применения.
73. Классификация математических моделей.
74. Этапы математического моделирования и построения математических моделей.
75. Имитационное моделирование.
76. Регрессионные модели.
77. Простая регрессия. Общая характеристика метода и его назначение.
78. Общеупотребительные регрессионные модели и области их приложения.
79. Выбор регрессионной модели, критерии адекватности модели экспериментальным данным.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полно раскрыто содержание материала в объёме программы. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание. Доказательства проведены на основе знания физических законов. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее. Твёрдые практические навыки	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Раскрыто основное содержание материала. В основном	<i>Базовый</i>	<i>Хорошо</i>

правильно даны определения, понятия. Ответ самостоятельный. Материал изложен неполно, допущены неточности при формулировании выводов и использовании терминов. Практические навыки нетвёрдые	<i>уровень</i>	
Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно. Определения и понятия даны не чётко. Допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах. Неумение использовать знания полученные ранее. Практические навыки слабые.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Основное содержание учебного материала не раскрыто. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Допущены грубые ошибки в определениях. Нет практических навыков в использовании материала.	–	<i>Неудовлетворительно</i>