

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»  
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДЕНА  
решением учебно-методического совета  
университета  
(протокол от 23 мая 2024 г. № 9)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
С.В. Соловьев  
«23» мая 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Направление подготовки - 19.03.01 Биотехнология  
Направленность (профиль) Биотехнология  
Квалификация выпускника - бакалавр

Мичуринск, 2024 г.

# 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями изучения дисциплины (модуля) «Физической химия» являются: приобретение теоретических знаний, достаточных для формирования основных понятий и представлений об агрегатных состояниях вещества; современном учении о растворах, о явлениях диффузии и осмоса; электропроводности растворов; основах химической термодинамики и термодинамики; о химической кинетике, катализе и химических равновесиях, об электрохимии.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина согласно учебному плану по данному направлению подготовки относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», Обязательная часть Б1.О.12

Для успешного освоения данного курса необходимы базовые знания в области «Общей и неорганической химии», «Органической химии». Знания и навыки, приобретённые при изучении курса «Физическая химия», необходимы при освоении следующих дисциплин: «Поверхностные явления и дисперсионные системы», «Химия биологически активных веществ», «Технохимический анализ сырья».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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

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

Код и наименование универсальной компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				
	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
Категория универсальных компетенций - Системное и критическое мышление					
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 <sub>УК-1</sub> – Анализирует поставленную задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Не анализирует поставленную задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Слабо анализирует поставленную задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	В достаточной степени анализирует поставленную задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	На высоком уровне анализирует поставленную задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи
	ИД-2 <sub>УК-1</sub> – Находит и критически анализирует информацию, необходимую	Не может находить и критически анализировать информацию, необходимую	Недостаточно находит и критически анализирует информацию, необходимую	Достаточно хорошо находит и критически анализирует информацию, необходимую	Успешно находит и критически анализирует информацию, необходимую

	для решения поставленной задачи	для решения поставленной задачи	для решения поставленной задачи	диму для решения поставленной задачи	для решения поставленной задачи
	ИД-3 <sub>УК-1</sub> – Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Не может рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Слабо рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Хорошо рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Отлично рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
	ИД-4 <sub>УК-1</sub> – Аргументировано формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений и интерпретаций в рассуждениях других участников деятельности, принимает обоснованное решение поставленной задачи	Не может формировать собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений и интерпретаций в рассуждениях других участников деятельности, принимает обоснованное решение поставленной задачи	Неуверенно формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений и интерпретаций в рассуждениях других участников деятельности, принимает обоснованное решение поставленной задачи	Достаточно четко формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений и интерпретаций в рассуждениях других участников деятельности, принимает обоснованное решение поставленной задачи	Отлично формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений и интерпретаций в рассуждениях других участников деятельности, принимает обоснованное решение поставленной задачи
	ИД-5 <sub>УК-1</sub> – Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	Не может определять и оценивать последствия возможных решений задачи	Неуверенно Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	Достаточно четко определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	Отлично определяет и оценивает последствия возможных решений задачи
Категория общепрофессиональных компетенций – Естественнонаучная подготовка					
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их вза-	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> – Демонстрирует знание основных законов и закономерностей математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязей в биотехнологическом производстве	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> – Демонстрирует знание основных законов и закономерностей математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязей в биотехнологическом производстве	Не знает основные законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязей в биотехнологическом производстве	Плохо знает основные законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязей в биотехнологическом производстве	Хорошо знает основные законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязей в биотехнологическом производстве

ИМОСВЯЗЯХ	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> – Выявляет сущность и особенности биологиче- ских объек- тов и процес- сов, основы- ваясь на за- конах и зако- номерностях математиче- ских, физиче- ских, хими- ческих и био- логических наук и их взаимосвязях	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> – Выявляет сущность и особенности биологиче- ских объек- тов и процес- сов, основы- ваясь на за- конах и зако- номерностях математиче- ских, физиче- ских, хими- ческих и био- логических наук и их взаимосвязях	Не выявля- ет сущность и особенно- сти биоло- гических объектов и процессов, основываясь на законах и закономер- ностях ма- тематиче- ских, физи- ческих, хи- мических и биологиче- ских наук и их взаимо- связях	Не всегда выявляет сущность и особенности биологиче- ских объек- тов и процес- сов, основы- ваясь на за- конах и зако- номерностях математиче- ских, физиче- ских, хими- ческих и био- логических наук и их взаимосвязях	Достаточно часто вы- являет сущ- ность и осо- бенности биологиче- ских объек- тов и процес- сов, ос- новываясь на законах и закономер- ностях ма- тематиче- ских, физи- ческих, хи- мических и биологиче- ских наук и их взаимо- связях
Категория общепрофессиональных компетенций - Исследования, культура эксперимента					
ОПК-7. спосо- бен проводить эксперимен- тальные иссле- дования и ис- пытания по за- данной методи- ке, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретиро- вать экспери- ментальные данные, приме- няя математиче- ские, физиче- ские, физико- химические, химические, биологические, микробиологи- ческие методы	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> – Владеет мето- дикой экспе- риментальных исследований и испытаний, наблюдений и измерений	Не владеет методикой эксперимен- тальных ис- следований и испытаний, наблюдений и измерений	Не всегда владеет ме- тодикой экс- перимен- тальных ис- следований и испытаний, наблюдений и измерений	Достаточно часто владеет методикой эксперимен- тальных ис- следований и испытаний, наблюдений и измерений	Всегда вла- деет и при- меняет мето- дику экспе- рименталь- ных исследо- ваний и ис- пытаний, наблюдений и измерений
	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> – Умеет обраба- тывать и ин- терпретиро- вать экспери- ментальные данные, при- меняя матема- тические, био- физические, химические, биологические, микробиоло- гические мето- ды	Не умеет обра- батывать и интерпретиро- вать экспери- ментальные данные, при- меняя матема- тические, био- физические, химические, биологические, микробиоло- гические мето- ды	Не достаточ- но умеет об- рабатывать и интерпрети- ровать экспе- рименталь- ные данные, применяя математиче- ские, биофи- зические, химические, биологиче- ские, микро- биологиче- ские методы	Хорошо умеет обрабатывать и интерпрети- ровать экспе- риментальные данные, при- меняя матема- тические, био- физические, химические, биологические, микробиоло- гические мето- ды	Отлично уме- ет обрабаты- вать и интер- претировать эксперимен- тальные дан- ные, приме- няя матема- тические, биофизиче- ские, химиче- ские, биоло- гические, микробиоло- гические мето- ды
	ИД-3 <sub>ОПК-7</sub> - Применяет в профессио- нальной дея- тельности био- логические и микробиоло- гические мето- ды исследова- ния микроор- ганизмов (ви-	Не применяет в профессио- нальной дея- тельности био- логические и микробиоло- гические мето- ды исследова- ния микроор- ганизмов (ви- русов, бакте-	Не всегда применяет в профессио- нальной дея- тельности био- логиче- ские и мик- робиологиче- ские методы исследования микроорга-	Достаточно применяет в профессио- нальной дея- тельности био- логиче- ские и мик- робиоло- гические мето- ды исследова- ния микроор- ганизмов (ви-	Всегда при- меняет в профессио- нальной дея- тельности био- логиче- ские и мик- робиологиче- ские методы исследования микроорга-

	руссов, бактери- рий)		низмов (ви- русов, бакте- рий)	руссов, бакте- рий)	низмов (ви- русов, бакте- рий)
--	-----------------------	--	--------------------------------	---------------------	--------------------------------

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

**Знать:**

основные законы естественнонаучной дисциплины физическая химия в профессиональной деятельности

- основы химической термодинамики
- методов описания химических равновесий в растворах электролитов;
- основы химической кинетики
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
- термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- уравнение формальной кинетики и теории кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций.

**уметь:**

- использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
- использовать знание физической химии в профессиональной деятельности;
- определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул;
- термодинамические характеристики химических реакций; величины рН и характеристики диссоциации электролитов;
- производить расчеты концентрации растворов различных соединений).

**владеть:**

- планированием эксперимента, обработки и представления полученных результатов, методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ;
- приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик;
- правилами безопасной работы в химической лаборатории.

### 3.1 Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных и общепрофессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Формируемые компетенции			
	УК-1	ОПК-1	ОПК-7	Общее количество компетенций
1. Основные понятия физической химии.	+	+	+	3
2. Растворы. Процессы в растворах. Коллигативные свойства растворов электролитов.	+	+	+	3
3. Применимость законов Вант-Гоффа и Рауля к растворам электролитов. Изотонический коэффициент.	+	+	+	3
4. Теория электролитической диссоциации. Сильные электролиты.	+	+	+	3
5. Электропроводность растворов электролитов	+	+	+	3

(удельная и эквивалентная). Электрохимические системы.				
6. Кислотно-основные равновесия в растворах. Буферные системы.	+	+	+	3
7. Химическая термодинамика и кинетика.	+	+	+	3
8. Растворы высокомолекулярных соединений. Гели.	+	+	+	3

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 акад. ч.

##### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего акад. часов	
	по очной форме обучения (3 семестр)	по заочной форме обучения (2 курс)
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа с преподавателем	48	12
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	12
Лекции	16	4
Лабораторные работы	32	8
Самостоятельная работа	24	87
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	15	67
выполнение контрольной работы	-	11
подготовка к сдаче модуля	9	9
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

##### 4.2 Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Основные понятия физической химии	2	0,5	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
2	Растворы, процессы в растворах. Коллигативные свойства растворов электролитов	2	1	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
3	Применимость законов Вант-Гоффа и Рауля к растворам электролитов. Изотонический коэффициент.	2	-	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
4	Теория электролитической диссоциации. Сильные электролиты.	2	0,5	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
5	Электропроводность растворов электролитов. Электрохимические системы	2		УК-1; ОПК-1; ОПК-7
6	Кислотно-основные равновесия в растворах	2	1	УК-1; ОПК-

	Буферные системы			1; ОПК-7
7	Химическая термодинамика и кинетика.	2	0,5	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
8	Растворы высокомолекулярных соединений. Гели	2	0,5	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
	Всего	16	4	

#### 4.3 Лабораторные работы

№ раздела	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Лабораторное оборудование	Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения		
1	Определение тепловых эффектов химических процессов.	4		Спец. лабораторное устройство	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
2	Определение теплоты нейтрализации	4	1	Спец. лабораторное устройство	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
3	Определение молекулярной массы неэлектролита криоскопическим методом.	4	2	Спец. лабораторное устройство	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
4	Определение степени диссоциации растворенного вещества и осмотического давления раствора криоскопическим методом.	4		Спец. лабораторное устройство	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
5	Свойства буферных растворов.	4	2	Хим.посуда, набор индикаторов	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
6	Колориметрический метод определения концентрации водородных ионов (рН среды).	4		Спец.хим.посуда (палетки),индикаторы	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
7	Потенциометрический метод определения рН среды.	2	1	Иономеры ЭВ-74	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
8	Определение константы скорости каталитической реакции гидролиза (инверсии) сахарозы (гомогенный катализ).	4		лабораторные весы	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
9	Влияние концентрации реагирующих веществ и температуры на скорость реакции.	2	2	лабораторные весы	УК-1; ОПК-1; ОПК-7
	Всего	32	8		

#### 4.4 Практические занятия не предусмотрены

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ п	Вид СР	Объем в акад. час
-----	--------	-------------------

	/п		очная форма обучения	заоч- ная фор- ма обу- чения
Раздел 1	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	10
	2	выполнение контрольной работы	-	2
	3	подготовка к сдаче модуля	2	2
Раздел 2	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	1
	3	подготовка к сдаче модуля	1	2
Раздел 3	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	1
	3	подготовка к сдаче модуля	1	1
Раздел 4	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	2
	3	подготовка к сдаче модуля	1	1
Раздел 5	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	1
	3	подготовка к сдаче модуля	1	1
Раздел 6	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	1	9
	2	выполнение контрольной работы	-	1
	3	подготовка к сдаче модуля	1	1
7 Раздел	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	1
	3	подготовка к сдаче модуля	1	1
Раздел 8	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	8
	2	выполнение контрольной работы	-	2
	3	подготовка к сдаче модуля	2	1
		итога	24	87

Перечень методических указаний по освоению дисциплины:

Кузнецова Р.В. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Физическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехноло-



гия. - Мичуринск, 2024.

#### **4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы**

Важной формой самостоятельной работы обучающегося является написание письменных работ, в том числе контрольной работы по данной дисциплине.

Цели выполнения работы:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний и умений применять их для решения конкретных практических задач;
- развитие навыков самостоятельной научной работы (планирование и проведение исследования, работа с научной и справочной литературой, нормативными правовыми актами, интерпретация полученных результатов, их правильное изложение и оформление).

Работа должна отвечать следующим требованиям:

- самостоятельность исследования;
- формирование авторской позиции по основным теоретическим и проблемным вопросам;
- анализ научной и учебной литературы по теме вопроса;
- связь предмета с актуальными проблемами современной науки и практики;
- логичность изложения, аргументированность выводов и обобщений;

Задания в контрольной работе направлены на закрепление теоретических знаний обучающегося и овладения навыками по изучению биологии основных групп вирусов и их участие в биологических процессах.

Контрольная работа включает 10 теоретических вопросов. Выбор варианта определяется последней цифрой зачетной книжки.

Перечень вопросов представлен в методических указаниях для выполнения контрольной работы.

#### **4.7. Содержание разделов дисциплины**

##### **1. Основные понятия физической химии.**

История развития физической химии, место физической химии в ряду физических наук. Основные законы естественнонаучной дисциплины физическая химия в профессиональной деятельности. Современная физическая картина мира, пространственно-временные закономерности, строения вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.

Агрегатные состояния вещества: газ, жидкость, твердое вещество. Краткая характеристика этих состояний. Способность различных веществ при изменении внешних условий переходить из одного состояния в другое. Кристаллическое, аморфное состояние вещества, их краткая характеристика. Диаграмма состояния воды.

##### **2. Растворы. Процессы в растворах. Коллигативные свойства растворов электролитов.**

Растворимость: веществ в различных растворителях. Растворы насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные. Тепловые эффекты наблюдающиеся при растворении. Теплота растворения.

Коллигативные свойства растворов: давление пара растворителя над раствором, кипение и замерзание растворов. Законы Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия. Изменение молекулярной массы вещества с помощью этих методов. Осмос в химических системах. Осмотическое давление растворов. Закон Вант-Гоффа.

##### **3. Применимость законов Вант-Гоффа и Рауля к растворам электролитов. Изотонический коэффициент.**

##### **4. Теория электролитической диссоциации. Сильные электролиты.**

Степень электролитической диссоциации, ее зависимость от различных факторов. Взаимосвязь степени электролитической диссоциации и изотонического коэффициента.

Слабые электролиты. Константа электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Кажущаяся степень электролитической диссоциации. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Активная концентрация вещества в растворе, коэффициент активности, его зависимость от концентрации вещества в растворе. Ионная сила раствора. Уравнение Гуггенгейма-Девиса.

**5. Электропроводность растворов электролитов (удельная и эквивалентная). Электрохимические системы.**

Измерение электропроводности растворов. Закон Кольрауша. Применение электропроводности для определения степени диссоциации и константы диссоциации.

Электродные процессы. Механизм возникновения электродного потенциала. Гальванический элемент. ЭДС гальванического элемента. Уравнение Нэрнста. Виды гальванических цепей. Водородный электрод, ряд напряжений металлов, исключение из него. Зависимость последовательности местоположения металлов в ряду напряжений от растворителя. Ионселективные электроды.

Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.

**6. Кислотно-основное равновесие в растворах. Буферные системы.**

Ионное произведение воды. Понятие о рН. Значение рН для аналитической практики. Методы определения рН растворов.

Механизм действия буферных систем. Буферность в биологических системах.

**7. Химическая термодинамика и кинетика.**

Зависимость скорости от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Механизм химической реакции. Активный комплекс. Эндотермические и экзотермические реакции. Понятие об энтальпии активации и энтропии активации. Классификация химических реакций. Порядок и молекулярность реакций.

Скорость химической реакции (истинная и средняя). Зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ. Закон действия масс. Константа скорости.

Катализ: гомогенный, гетерогенный, ферментативный. Механизм катализа. Промоторы и каталитические яды. Применимость закона действия масс к равновесным процессам. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье.

**8. Растворы высокомолекулярных соединений. Гели.**

Поверхностная диссоциация и механизм возникновения заряда гранулы. Изoeлектрическое состояние и изoeлектрическая точка белка. Заряд гранул белков в различных средах. Белково-коллоидные мембраны. Растворы ВМС и явление эмульгирования.

Особенности строения гелей. Свойства гелей и реакции в них.

**5. Образовательные технологии**

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств, раздаточный материал
Лабораторные работы	Выполнение опытов, обсуждение и анализ их результатов, написание уравнений реакций, тестирование, выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады
Самостоятельные работы	Защита и презентация результатов самостоятельной подготовки и исследований на занятиях

**6. Оценочные средства дисциплины (модуля)**

**6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Физическая химия»**

№	Контролируемые разделы	Код контроли-	Оценочное средство
---	------------------------	---------------	--------------------

п/п	(темы) дисциплины	руемой компетенции	наименование	кол-во
1	Основные понятия физической химии.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	23 1 8
2	Растворы. Процессы в растворах. Коллигативные свойства растворов электролитов.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	19 5 5
3	Применимость законов Вант-Гоффа и Рауля к растворам электролитов. Изотонический коэффициент.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	25 1 4
4	Теория электролитической диссоциации. Сильные электролиты.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	41 5 11
5	Электропроводность растворов электролитов (удельная и эквивалентная). Электрохимические системы.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	30 4 7
6	Кислотно-основные равновесия в растворах. Буферные системы.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	18 2 10
7	Химическая термодинамика и кинетика.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	18 2 10
8	Растворы высокомолекулярных соединений. Гели.	УК-1; ОПК-1; ОПК-7	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	26 4 10

### 6.3. Перечень вопросов для экзамена по дисциплине «Физическая химия»

1. Основные законы естественнонаучной дисциплины физическая химия в профессиональной деятельности. Роль ученых в развитии физической химии УК-1; ОПК-1; ОПК-7
2. Современная физическая картина мира, пространственно-временные закономерности, строения вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.
3. Агрегатные состояния вещества. Общая характеристика агрегатных состояний. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
4. Газообразное состояние вещества. Идеальный газ. Газовые законы для идеального газа, для реальных газов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
5. Жидкое и твердое состояние вещества УК-1; ОПК-1; ОПК-7
6. Понятие о химическом равновесии. Обратимые и необратимые реакции. Принцип Ле-Шателье, константа равновесия УК-1; ОПК-1; ОПК-7
7. Фотохимические реакции. Фотосинтез. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
8. Основные термодинамические понятия: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
9. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Теплота образования, растворения, сгорания. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
10. Второй закон термодинамики. Энтропия. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
11. Третий закон термодинамики. Значение третьего закона термодинамики УК-1; ОПК-1; ОПК-7

12. Термохимия. Тепловой эффект. Закон Гесса. Следствие из закона Гесса, теплота образования. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
13. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
14. Ионное произведение воды, рН, степень диссоциации, константа диссоциации. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
15. Буферные растворы. Буферная емкость. Значение буферных растворов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
16. Гальванический элемент и ЭДС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
17. Концентрационные гальванические элементы. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
18. Окислительно – восстановительные цепи и электроды. УК-1; ОПК-1; ОПК-7 Теория электрической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
19. Общая характеристика растворов. Способы выражения состава растворов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
20. Законы Рауля. Криоскопия. Эбуллиоскопия. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
21. Осмос. Осмотическое давление. Диффузия. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
22. Электрохимия. История развития гальванического элемента. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
23. Адсорбция на поверхности твердое тело-жидкость. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
24. Адсорбция на поверхности жидкость-газ. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
31. Органические и неорганические ВМС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
32. Геометрическая форма макромолекул ВМС.( ОПК-2, ОПК-3, ПК-10)
33. История развития коллоидной химии. Классификация дисперсных систем. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
34. Методы получения коллоидных растворов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
35. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
36. Методы очистки золей и растворов ВМС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
37. Оптические свойства коллоидных систем. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
38. Коагуляция гидрофобных золей электролитами. Порог коагуляции, взаимная коагуляция. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
39. Пептизация гидрофобных золей. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
40. Электрокинетические явления в коллоидных системах. Опыт Гесса. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
41. Возникновение двойного электрического слоя, его строение, виды. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
42. Мицеллярная теория строения коллоидной частицы. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
43. Общие понятия о гелях и студнях. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
44. Процессы гелеобразования. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
45. Тиксотропия и синерезис гелей. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
46. Микрогетерогенные системы. Суспензии.(УК-1; ОПК-1; ОПК-7
47. Микрогетерогенные системы. Эмульсии. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
48. Микрогетерогенные системы. Пены. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
49. Микрогетерогенные системы. Порошки. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
50. Микрогетерогенные системы. Аэрозоли (туманы, дымы). УК-1; ОПК-1; ОПК-7
51. Строение мицеллы (состав мицеллы, мицеллярные формулы для коллоидной и отрицательной мицеллы). УК-1; ОПК-1; ОПК-7
52. Электрокинетические явления (явление электрофореза). УК-1; ОПК-1; ОПК-7
54. Двойной электрический слой (теории Гельмгольца, Гуи и Чемпена, Штерна, Фрумкина-Дерягина). УК-1; ОПК-1; ОПК-7
55. Набухание и растворение ВМС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7
56. Коагуляция растворов ВМС (высаливание, обратимые коллоиды, денатурация). ВМС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7

57. Свободная и связанная вода в коллоидах. Вязкость ВМС. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 58. Лиофобные коллоиды. Особенности лиофобных коллоидов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 59. Устойчивость и коагуляция лиофобных коллоидов. Кинетическая и агрегативная устойчивость. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 60. Основные закономерности коагуляции электролитами. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 61. Кинетика химических реакций. Классификация химических реакций по молекулярности. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 62. Скорость химических реакций. Классификация реакций по порядку. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 63. Кинетика сложных химических процессов. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 64. Разделы физической химии. Единицы измерения, применяемые в физической химии. УК-1; ОПК-1; ОПК-7  
 65. Влияние катализаторов на скорость химических реакций. УК-1; ОПК-1; ОПК-7

#### 6.4. Шкала оценочных средств

При функционировании модульно-рейтинговой системы обучения знания, умения и навыки, приобретаемые обучающимися в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах. Учебная дисциплина имеет итоговый рейтинг -100 баллов, который складывается из рубежного (40 баллов), промежуточного – (50 баллов) и поощрительного рейтинга (10 баллов).

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «отлично»	– полное и глубокое знание и понимание учебного материала из разных разделов дисциплины; - понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; - посещение учебных занятий, активная и творческая работа на практических занятиях.	Тестовые задания (36-40 баллов) Реферат (8-10 баллов) Вопросы экзамена (31-50 баллов)
Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»	- твердые и достаточно полные знания программного материала; - правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; - последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном устранении замечаний по отдельным вопросам; - посещение учебных занятий, активная и творческая работа на практических занятиях;	Тестовые задания (24-35) Реферат (5- 9 баллов) Вопросы экзамена (21-30)
Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»	- твердое знание и понимание основных вопросов программы; - правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах экзаменатора; - посещение учебных занятий, работа на них, выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой.	Тестовые задания (15-24 балла) Реферат (5 баллов) Вопросы экзамена (15-20)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудов-»	- неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - несистемное посещение занятий, отсутствие ра-	Тестовые задания (менее 15 баллов) Вопросы экзамена (менее 15 баллов)

влетворительно»	боты на них, выполнение отдельных форм промежуточного контроля с отрицательной оценкой.	
-----------------	---	--

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная учебная литература:**

1. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия: учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1402-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168461>

2. Палфитов В.Ф., Кузнецова Р.В УМК по дисциплине «Физическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. – Мичуринск: Изд-во ФГБОУ ВО МичГАУ, 2023.

### **7.2. Дополнительная учебная литература:**

1. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия. М. Высшая школа, 1988.
2. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. М. Высшая школа, 1983.
3. Кругляков П.М. Физическая и коллоидная химия.- М.:Высш.шк, 2007. – 319 с.
4. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 379 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-7159-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/431892>

### **7.3. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Кузнецова Р.В.Методическое руководство к лабораторным занятиям по физической химии. - Мичуринск, 2024.

2. Кузнецова Р.В. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Физическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2024.

## **7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)**

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

### **7.4.1. Электронно-библиотечная системы и базы данных**

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 05-УТ/2024)

3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)

4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

#### **7.4.2. Информационные справочные системы**

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 11.03.2024 № 11921 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 15.01.2024 № 194-01/2024)

#### **7.4.3. Современные профессиональные базы данных**

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 15.08.2023 № 542/2023)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

#### **7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное про-	АО «Лаборато-	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.g">https://reestr.digital.g</a>	Сублицензионный

	граммное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Касперского» (Россия)		ov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	договор с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № б/н, срок действия: с 22.11.2023 по 22.11.2024
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (desktopная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiatus.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

#### 7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Режим доступа: garant.ru - справочно-правовая система «ГАРАНТ»
3. Режим доступа: www.consultant.ru - справочно-правовая система «Консультант Плюс»
4. Электронная библиотечная система Российского государственного аграрного заочного университета <http://ebs.rgazu.ru;> <http://www.physchem/chimfak.rsu.ru>
5. [http://chem.uni-dubna.ru/LearnProcess/B\\_Disciplines/NoOrganic\\_Biblio.html](http://chem.uni-dubna.ru/LearnProcess/B_Disciplines/NoOrganic_Biblio.html)  
[http://chemfac.samsu.ru/program\\_OPD/neorg.htm](http://chemfac.samsu.ru/program_OPD/neorg.htm)



#### 7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

#### 7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции	ИДК
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	УК-1	ИД-2 <sub>УК-1</sub> ИД-3 <sub>УК-1</sub>
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	УК-1	ИД-2 <sub>УК-1</sub> ИД-3 <sub>УК-1</sub>

#### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная дом № 101 - 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deepcool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W (инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной ат-	1. Весы аналитические «Керн» (инв. № 2101042959); 2. Весы ВЛТ-3100П (инв. № 2101042957); 3. Весы лабораторные квадратные ВКЛ-500 (инв. № 2101042952) 4. Весы электрические (инв. № 2101042955);	

<p>тестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101; 2/14).</p>	<p>5. Компьютер 286 (инв. № 2101042954);  6. Компьютер 486 (инв. № 2101042962);  7. Компьютер 436 (инв. № 2101042961);  8. Конвектор тепловой (инв. № 2101063509);  9. Монитор СТх.84 (инв. № 2101060043);  10. Весы аналитические ВЛФ-200 (инв. № 1101044663; 1101044660; 1101044659);  11. Весы ВЛК-500 (инв. № 1101044653);  12. Влагомер для зеленой массы (инв. № 1101044735);  13. Двойной вытяжной шкаф (инв. № 1101044761);  14. Дориватограф ДП-102 (инв. № 1101044769);  15. Компьютеризированная инфракрасная аналитическая система PSCO/ISIBM-PC4250 (инв. № 1101044768);  16. Микроскоп биологический (инв. № 1101044749);  17. PH-метр (инв. № 1101044693; 1101044690; 1101044688; 1101044687; 1101044684; 1101044683; 1101044682);  18. Стол 2-х тумбовый (инв. № 1101044718);  19. Термостат универсальный (инв. № 1101044678);  20. Фотоэлектроколориметр (инв. № 1101044670; 1101044668; 1101044669)</p>	
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101; 3/239б)</p>	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)  2. Жалюзи (инв. № 2101062717)  3. Жалюзи (инв. № 2101062716)  4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19"АОС (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)  5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569)  6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).  2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).  3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);  4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бес-</p>

	1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520) 7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186) 8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	платная). 5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16). 6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)
--	--	---

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология (уровень бакалавриата, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 736 от 10.08.2021.

Автор: Кузнецова Р.В. доцент . кафедры биологии и химии, к.х.н., доцент ;

Рецензент: Степанцова Л.В., профессор кафедры агрохимии ,почвоведения и агроэкологии, д.б.н

*Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биологии и химии (протокол № 8 от «4» апреля 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от «18» апреля 2022 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «21» апреля 2022 г.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биологии и химии (протокол № 11 от «05» июня 2023 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 22 июня 2023 г.).

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биологии и химии (протокол № 9 от «06» мая 2024 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 10 от 20 мая 2024 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 23 мая 2024 г.).

Оригинал документа хранится на кафедре садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур