

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Павлов Валентин Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.06.2026 12:52:24

Уникальный программный ключ:

a562210a8a161d1bc9a34c4a0a5e820ac76b9d73665849e6d0db2e3a4e71d6ee

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГБОУ ВО ВГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ)

*Кафедра биологической химии*



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

*И. В. Е. Изосимова*

« 24 » *июня* 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭНЗИМОЛОГИЯ**

Уровень образования

Высшее – *Специалитет*

Специальность

*06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика*

Квалификация

*Биоинженер и биоинформатик*

Форма обучения

*Очная*

Год начала подготовки: *2026*

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1) ФГОС ВО по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12 августа» 2020 № 973.

2) Профессиональный стандарт «Специалист в области клинической лабораторной диагностики», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «14» марта 2018 г. №145н;

3) Учебный план по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России «25» ноября 2025 г., протокол №10.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры биологической химии от «9» октября 2025 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой  / Галимов Ш.Н.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМС Центра инновационных образовательных программ от «19» ноября 2025, протокол № 3.

**Председатель УМС**

Центра инновационных образовательных программ

 /Титова Т.Н.

**Разработчики:**

Галимов Шамиль Нариманович, д.м.н., заведующий кафедрой биологической химии

Меньшикова Ирина Асхатовна, к.м.н., доцент кафедры биологической химии

Бикметова Эльвира Рафинатовна, к.б.н., доцент кафедры биологической химии

Ахметгалеева Алия Фанильевна, к.б.н., ассистент кафедры биологической химии

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ:

1.	Пояснительная записка	4
1.1.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
1.2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2.	Требования к результатам освоения учебной дисциплины	8
2.1.	Типы задач профессиональной деятельности	8
2.2.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине	8
3.	Содержание рабочей программы	11
3.1.	Объем учебной дисциплины и виды учебной работы	11
3.2.	Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины	12
3.3.	Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля	14
3.4.	Название тем лекций и количество часов по семестрам учебной дисциплины	15
3.5.	Название тем практических занятий, в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам учебной дисциплины	16
3.6.	Лабораторный практикум	17
3.7.	Самостоятельная работа обучающегося	17
4.	Фонд оценочных материалов для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины	20
4.1.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	20
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	26
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины	29
5.1.	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины	29
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины	31
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине	31
6.1.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине	31
6.2.	Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы	32
6.3.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства	34

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энзимология» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9 семестре.

**Целью** освоения учебной дисциплины «Энзимология» является изучение способов получения полезных для человека продуктов в управляемых биотехнологических процессах получения и использования ферментов.

**К задачам** изучения дисциплины следует отнести приобретение обучающимся практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении процессов получения ферментов и биокатализа в будущей профессиональной деятельности.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по учебной дисциплине (модулю)
ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Знать способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии. Владеть методами исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). Уметь: использовать методы исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	ОПК-2.2. Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Знать способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии. Владеть методами исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). Уметь: использовать методы исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания	Знать способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии.

	<p>фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Владеть методами исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). Уметь: использовать методы исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
<p>ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>	<p>ОПК-5.1. Знает способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.</p>	<p>Знать способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знать основные биоинформатические средства анализа. Уметь применять навыки поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основных биоинформатических средств анализа. Владеть способами поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.</p>
	<p>ОПК-5.2. Умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>Знать способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; способы использования основных биоинформатических средств анализа. Уметь находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа. Владеть методами поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; использования основных биоинформатических средств анализа.</p>
	<p>ОПК-5.3. Владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах</p>	<p>Знать способы нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основные биоинформатические</p>

	данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.	<p>средства анализа.</p> <p>Уметь находить способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основные биоинформатические средства анализа.</p> <p>Владеть способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.</p>
ПК-1.Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.	<p>Знать способы изучения научно-технической информации, выполнения литературного и патентного поиска по темам исследования.</p> <p>Уметь использовать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.</p> <p>Владеть методами изучения научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования.</p>
	ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	<p>Знать современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.</p> <p>Уметь применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.</p> <p>Владеть методами биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.</p>
	ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	<p>Знать способы использования полученных знаний и профессиональных навыков для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.</p> <p>Уметь использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.</p> <p>Владеть полученными знаниями и профессиональными навыками для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.</p>
	ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или	Знать методы конструирования модифицированных или новых биологических объектов.

	<p>новых биологических объектов.</p>	<p>Уметь конструировать модифицированные или новые биологические объекты. Владеть методами конструирования модифицированных или новых биологических объектов.</p>
	<p>ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.</p>	<p>Знать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований. Уметь использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях. Владеть методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований.</p>
	<p>ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок.</p>	<p>Знать способы внедрения результатов исследований и разработок. Уметь внедрять результаты исследований и разработок. Владеть методами внедрения результатов исследований и разработок.</p>
	<p>ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок.</p>	<p>Знать методы подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок. Уметь подготавливать данные и составлять отчеты исследований и разработок. Владеть методами подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок.</p>
	<p>ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.</p>	<p>Знать способы защиты объектов интеллектуальной собственности. Уметь защищать объекты интеллектуальной собственности. Владеть методами защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

### 2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины: научно-исследовательские, педагогические, организационно-управленческие, производственно-технологические.

### 2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции

№ п/п	Номер/ индекс компетенции (или его части) и ее содержание	Номер индикатора компетенции (или его части) и его содержание	Индекс трудовой функции и ее содержание	Перечень практических навыков по овладению компетенцией	Оценочные средства
1	2	3	4	5	6
1	ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1.Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). ОПК-2.2.Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных	А/01.7. Организация контроля качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и постаналитическом этапах исследований	Методы выделения, очистки и использования ферментов; методы определения активности ферментов; методы гибридизации клеток для получения биомедицинских препаратов; методы получения и очистки ферментных препаратов из растительного и животного сырья; методы оптимизации процессов биокатализа; способы и приемы культивирования микроорганизмов-продуцентов ферментных препаратов; методы использования каталитических функций	Контрольная работа, собеседование, тестирование, ситуационные задачи

		дисциплин (модулей). ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).		ферментов (или ферментных систем) в изолированном состоянии или в составе живых клеток для получения соответствующих целевых продуктов	
2	ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа	ОПК-5.1. Знает способы нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа. ОПК-5.2. Умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами	А/01.7. Организация контроля качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и постаналитическом этапах исследований	Скрининг биологических продуцентов ферментов; проводить биокатализ в различных биотехнологических системах; методы иммобилизации ферментных препаратов; методы использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; методы основных биоинформатических средств анализа.	Контрольная работа, собеседование, тестирование, ситуационные задачи

		<p>анализа. ОПК-5.3. Владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа</p>			
3	<p>ПК-1.Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий</p>	<p>ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования; ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива</p>	<p>А/02.7. Освоение и внедрение новых методов клинических лабораторных исследований и медицинских изделий для диагностики <i>in vitro</i></p>	<p>Стадии биотехнологического производства микробных ферментных препаратов; иммобилизация ферментных препаратов; поиск необходимой научной информации; методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях; методы внедрения результатов исследований и разработок; методы подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок</p>	<p>Контрольная работа, собеседование, тестирование, ситуационные задачи</p>

		<p>информации по биологическим объектам; ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов; ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях; ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок; ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок; ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности</p>			
--	--	--	--	--	--

### 3. Содержание рабочей программы

#### 3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных	Семестры
--------------------	--------------------------	----------

			<b>9</b>
			<b>часов</b>
1		2	3
<b>Контактная работа (всего), в том числе:</b>		72/2	72
Лекции (Л)		24/0,7	24
Практические занятия	Практические занятия (ПЗ)	48/1,33	48
	Практическая подготовка*	16/0,44	16
<b>Самостоятельная работа обучающегося, в том числе:</b>		36/1	36
<i>Подготовка к занятиям (ПЗ)</i>		14/0,4	14
<i>Подготовка к текущему контролю (ПТК)</i>		10/0,3	10
<i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК)</i>		12/0,3	12
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет (З)	3	3
	экзамен (Э)	-	-
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	час.	108	108
	ЗЕТ	3	3

### 3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотношенных с ними

№ п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1	ОПК-2 ОПК-5 ПК-1	Основы энзимологии. Методы биотехнологии.	Открытие ферментов. Свойства ферментов, классификация и номенклатура. Конструирование биоорганических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или ферментных комплексов и разработка на их базе различных эффективных и экологически чистых биотехнологических процессов. Источники ферментов: растительные и животные ткани. Микробиологический метод получения ферментов: преимущества: ассортимент ферментов, возможность управления ферментативными системами и составом производимых препаратов, высокие скорости размножения микроорганизмов. Методы скрининга продуцентов, генетическая инженерия в создании новых продуцентов ферментов. Характеристика основных групп промышленных ферментных препаратов и номенклатура.

			<p>Определение активности ферментов, продуктивность продуцентов ферментов. Способы повышения продуктивности продуцентов ферментных препаратов. Основные стадии производства ферментных препаратов поверхностным способом: субстраты. Продуценты, номенклатура и условия биосинтеза. Методы очистки ферментных препаратов.</p> <p>Основные стадии производства ферментных препаратов глубинным способом: субстраты. Продуценты, номенклатура и условия биосинтеза. Принципиальная технологическая схема процесса глубинного способа получения ферментов. Методы очистки ферментных препаратов.</p>
2	ОПК-2 ОПК-5 ПК-1	Инженерная энзимология.	<p>Определение иммобилизации как процесса прикрепления ферментов к поверхности природных или синтетических материалов, включение их в полимерные материалы, полые волокна и мембранные капсулы, поперечная химическая сшивка. Методы иммобилизации. Преимущества иммобилизованных ферментов.</p> <p>Применение ферментных препаратов в бродильных производствах, получении чая, технологии мясных и молочных продуктов, в хлебопечении. Иммобилизованные ферменты в пищевой промышленности.</p> <p>Иммобилизованные ферменты в создании более эффективных аналогов антибиотиков, получение лекарственных веществ с использованием сложных полиферментных систем. Генетическая и клеточная инженерия. Структура генов и регуляция их экспрессии. Основные объекты генно-инженерных операций. Промоторы. Терминаторы. Характеристика генетического аппарата про- и эукариот. Гены прокариот. Транскрипция. Трансляция генов. Регуляция экспрессии генов. Гены эукариот. Методы генетического конструирования микроорганизмов <i>in vitro</i>. Источники ДНК для клонирования. Рестриктазы. Методы восстановления фрагментов ДНК. Коннекторный метод воссоединения фрагментов. Векторы. Клетка-реципиент. Введение молекул ДНК в клетки. Трансфекция. Трансформация. Методы идентификации клонов, содержащих рекомбинантные молекулы. Клеточная инженерия слияние протопластов.</p>
3	ОПК-2 ОПК-5 ПК-1	Биокаталитические методы защиты окружающей среды.	<p>Понятие экобиокатализа. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов. Особенности кинетики биокаталитических процессов деструкции ксенобиотиков. Механизмы кинетики деструкции ксенобиотиков. Адаптация микроорганизма к ксенобиоту. Ассоциация</p>

			микроорганизмов. Реализация «невозможных» химических реакций.
4	ОПК-2 ОПК-5 ПК-1	Медицинская энзимология.	Применение ферментных препаратов для аналитических целей. Использование ферментов для диагностики и лечения патологических состояний. Использование ферментов для создания новых материалов для медицины. Полиферментные системы. «Каталитические антитела» в практической медицине. Ферменты-рибозимы как высокоэффективные лекарственные препараты направленного действия для генной терапии.

### 3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛП	ПЗ	СРО	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	9	Основы энзимологии. Методы биотехнологии.	4	-	12	9	25	письменное тестирование, устный опрос, контроль выполнения СРО, реферат; компьютерное тестирование; решение ситуационных задач, контрольное занятие
2	9	Инженерная энзимология.	10	-	18	9	37	письменное тестирование, устный опрос, контроль выполнения СРО, реферат; компьютерное тестирование; решение ситуационных задач, контрольное занятие
3	9	Биокаталитические методы защиты окружающей среды.	4	-	9	9	22	письменное тестирование, устный опрос, контроль выполнения СРО,

								реферат; компьютерное тестирование; решение ситуационных задач, контрольное занятие
4	9	Медицинская энзимология.	6	-	9	9	24	письменное тестирование, устный опрос, контроль выполнения СРО, реферат; компьютерное тестирование; решение ситуационных задач, контрольное занятие
		<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	

**3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).**

№ п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Семестр 9
		Объем в АЧ
1	2	3
1	Введение в энзимологию. Продуценты ферментных препаратов. Свойства ферментов, единицы активности.	2
2	Современные методы биотехнологии, генетической и клеточной инженерии.	2
3	Микробиотехнология. Технологические основы получения микробных метаболитов. Типовые схемы промышленных процессов получения: биомассы, белка, аминокислот, ферментов, антибиотиков и продуктов брожения.	2
4	Иммобилизация ферментов к поверхности природных или синтетических материалов, включение в полимерные материалы, полые волокна и мембранные капсулы, поперечная химическая сшивка Методы иммобилизации. Преимущества иммобилизованных ферментов.	2
5	Биотехнология ферментных препаратов: основные стадии производства ферментных препаратов поверхностным способом: субстраты. Продуценты, номенклатура и условия биосинтеза. Методы очистки ферментных препаратов.	2
6	Использование биокаталитических процессов в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.	2
7	Использование иммобилизованных ферментов в тонком органическом синтезе.	2

8	Биокаталитические методы защиты окружающей среды. Экобиокатализ.	2
9	Особенности кинетики биокаталитических процессов деструкции ксенобиотиков.	2
10	Использование ферментов в медицине. Применение ферментных препаратов для аналитических целей.	2
11	Применение ферментов для диагностики и лечения патологических состояний.	2
12	Использование ферментов для создания новых материалов для медицины. Полиферментные системы. Ферменты-рибозимы - препараты направленного действия для генной терапии. Аппаратная энзимотерапия.	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>

**3.5. Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).**

№ п/п	Название тем практических занятий учебной дисциплины (модуля)	Семестр 9
		Объем в АЧ
1	2	3
1.	Введение в энзимологию. Источники ферментов. Продуценты ферментных препаратов. Свойства ферментов, единицы активности.	3
2.	Методы биотехнологии. Биотехнология ферментных препаратов: поверхностный и глубинный способы. Основные модели биокаталитических процессов. Ферментаторы.	3
3.	Методы генетической и клеточной инженерии.	3
4.	Контрольное занятие по модулю «Основы энзимологии. Методы биотехнологии».	3
5.	Ферменты в аналитической химии. Биосенсоры. Иммуноферментный анализ. Полимеразная цепная реакция. Билюминисцентный микроанализ.	3
6.	Иммобилизованные ферменты: методы иммобилизации, практическое использование.	3
7.	Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов.	3
8.	Использование биокаталитических процессов в пищевой промышленности.	3
9.	Использование иммобилизованных ферментов в тонком органическом синтезе.	3
10.	Контрольное занятие по модулю «Инженерная энзимология».	3
11.	Экобиокатализ. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов. Механизмы кинетики деструкции ксенобиотиков.	3
12.	Ассоциация микроорганизмов. Реализация «невозможных» химических реакций.	3
13.	Контрольное занятие по модулю «Биокаталитические методы защиты окружающей среды».	3
14.	Использование ферментов в медицине. Диагностика	3

	патологических состояний. Ферменты коррекции патологических процессов. Ферменты противоопухолевой терапии.	
15.	Полиферментные системы. Использование ферментов в качестве аналитических реактивов. Аппаратная энзимотерапия. Генная терапия.	3
16.	Контрольное занятие по модулю «Медицинская энзимология»	3
	<b>ИТОГО</b>	<b>48</b>

### 3.6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом.

### 3.7. Самостоятельная работа обучающегося

#### 3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	9	Основы энзимологии. Методы биотехнологии.	выполнение аудиторной контрольной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; решение ситуационных задач; выполнение лабораторных работ; заслушивание докладов по УИРС, рефератов	4,5
2.	9	Инженерная энзимология.	выполнение аудиторной контрольной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; решение ситуационных задач; выполнение лабораторных работ; заслушивание докладов по УИРС, рефератов	4,5
3.	9	Биокаталитические методы защиты окружающей среды.	выполнение аудиторной контрольной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; решение ситуационных задач; выполнение лабораторных работ; заслушивание докладов по УИРС, рефератов	4,5

4.	9	Медицинская энзимология.	выполнение аудиторной контрольной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; решение ситуационных задач; выполнение лабораторных работ; заслушивание докладов по УИРС, рефератов	4,5
<b>ИТОГО часов на аудиторную СР:</b>				<b>18</b>

### 3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	9	Основы энзимологии. Методы биотехнологии.	конспектирование источников, работа с электронными ресурсами; чтение учебной литературы, текстов лекций; подготовка к занятиям; подготовка к лекциям; подготовка к тестированию, подготовка ко всем видам промежуточной аттестации (зачетам, экзаменам); подготовка и написание рефератов; подготовка к участию в научно-практических конференциях	4,5
2.	9	Инженерная энзимология.	конспектирование источников, работа с электронными ресурсами; чтение учебной литературы, текстов лекций; подготовка к занятиям; подготовка к лекциям; подготовка к тестированию, подготовка ко всем видам промежуточной аттестации (зачетам, экзаменам); подготовка и написание рефератов; подготовка к участию в научно-практических конференциях	4,5
3.	9	Биокаталитические методы защиты окружающей среды.	конспектирование источников, работа с электронными ресурсами; чтение учебной литературы, текстов лекций; подготовка к занятиям; подготовка к лекциям;	4,5

			подготовка к тестированию, подготовка ко всем видам промежуточной аттестации (зачетам, экзаменам); подготовка и написание рефератов; подготовка к участию в научно-практических конференциях	
4.	9	Медицинская энзимология.	конспектирование источников, работа с электронными ресурсами; чтение учебной литературы, текстов лекций; подготовка к занятиям; подготовка к лекциям; подготовка к тестированию, подготовка ко всем видам промежуточной аттестации (зачетам, экзаменам); подготовка и написание рефератов; подготовка к участию в научно-практических конференциях	4,5
<b>ИТОГО часов на внеаудиторную СР:</b>				<b>18</b>

### 3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

#### Семестр № 9

1. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.
2. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.
3. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов.
4. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов.
5. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии.
6. Реактивация инактивированных ферментов.
7. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации.
8. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
9. Химическая модификация ферментов.
10. Имобилизация ферментов.
11. Экстремозимы и источники их получения.
12. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах.
13. Использование экстремозимов в биотехнологии.
14. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.
15. Кинетическая основа ферментативного микроанализа.
16. Методы детекции в ферментативном микроанализе.
17. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем.
18. Имобилизованные ферменты в микроанализе.
19. Аналитические проточные реакторы.
20. Ферментные микрокалориметрические датчики.

21. Ферментные электроды.
22. Иммуноферментные датчики.
23. Биолюминесцентный микроанализ. Соиммобилизованные полиферментные системы в биолюминесцентном анализе.
24. Энзимотерапия в медицине и ветеринарии.
25. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты.
26. Использование ферментов в тонком химическом синтезе.
27. Ферменты в химической промышленности. Индустриальный биокатализ.
28. Ферменты в фармацевтической промышленности.
29. Ферменты в пищевой промышленности.
30. Ферменты как компоненты моющих средств.
31. Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов.
32. Биоконверсия растительного сырья.
33. Использование ферментов для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии.
34. Рациональный дизайн индустриальных ферментов.
35. Направленная эволюция индустриальных ферментов (эволюция *in vitro*).
36. Получение химерных и бифункциональных ферментов.
37. Получение полусинтетических ферментов и их использование в качестве индустриальных биокатализаторов.
38. Каталитические антитела (абзимы).
39. Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.
40. Использование онлайн-ресурсов в инженерной энзимологии.

#### 4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа.

ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ОПК-2. Способен использовать специализиров	Знать способы использования специализированных знаний фундаментальных	Не знает способы использования специализированных знаний	Хорошо знает способы использования специализированных

<p>анные знания фундаментальн ых разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформати ки и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
	<p>Уметь использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Не умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Хорошо умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
	<p>Владеть способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Не владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Хорошо владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
<p>ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим</p>	<p>Знать способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические</p>	<p>Не знает способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные</p>	<p>Хорошо знает способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые</p>

<p>объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>средства анализа.</p>	<p>биоинформатические средства анализа.</p>	<p>кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.</p>
	<p>Уметь находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>Не умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>Хорошо умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.</p>
	<p>Владеть способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>Не владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>Хорошо владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.</p>
<p>ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной</p>	<p>Знать способы изучения научно-технической информации, выполнения литературного и патентного поиска по темам исследования; современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; способы использования полученных знаний и профессиональных навыков для грамотного</p>	<p>Не знает способы изучения научно-технической информации, выполнения литературного и патентного поиска по темам исследования; современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; способы использования полученных знаний и</p>	<p>Знает способы изучения научно-технической информации, выполнения литературного и патентного поиска по темам исследования; современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной,</p>

<p>форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий.</p>	<p>анализа большого массива информации по биологическим объектам; методы конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; способы внедрения результатов исследований и разработок; методы подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; способы защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>	<p>профессиональных навыков для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; методы конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; способы внедрения результатов исследований и разработок; методы подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; способы защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>	<p>так и прикладной наукой; способы использования полученных знаний и профессиональных навыков для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; методы конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; способы внедрения результатов исследований и разработок; методы подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; способы защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>
	<p>Уметь использовать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования; применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем,</p>	<p>Не умеет использовать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования; применять современные подходы, характерные для биоинженерии и</p>	<p>Умеет использовать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования; применять современные подходы, характерные для</p>

	<p>стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; конструировать модифицированные или новые биологические объекты; использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях; внедрять результаты исследований и разработок; подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; защищать объекты интеллектуальной собственности.</p>	<p>биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; конструировать модифицированные или новые биологические объекты; использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях; внедрять результаты исследований и разработок; подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; защищать объекты интеллектуальной собственности.</p>	<p>биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; конструировать модифицированные или новые биологические объекты; использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях; внедрять результаты исследований и разработок; подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; защищать объекты интеллектуальной собственности.</p>
	<p>Владеть методами изучения научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования; методами биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед</p>	<p>Не владеет методами изучения научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования; методами биоинженерии и биоинформатики, для</p>	<p>Владеет методами изучения научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования; методами биоинженерии и</p>

	<p>фундаментальной, так и прикладной наукой; полученными знаниями и профессиональными навыками для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; методами конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; методами внедрения результатов исследований и разработок; методами подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; методами защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>	<p>решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; полученными знаниями и профессиональными навыками для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; методами конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; методами внедрения результатов исследований и разработок; методами подготовки данных и составления отчетов исследований и разработок; методами защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>	<p>биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой; полученными знаниями и профессиональными навыками для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам; методами конструирования модифицированных или новых биологических объектов; методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выбора новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований; методами внедрения результатов исследований и разработок; методами защиты объектов интеллектуальной собственности.</p>
--	--	---	---

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства Тесты (Т)
ОПК-2.1. Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<p>НАИБОЛЕЕ ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ СПОСОБОМ ПОЛУЧИЛИ ФЕРМЕНТЫ?</p> <p>а) оксидоредуктазы  б) трансферазы  в) гидролазы  г) лигазы (синтетазы)</p>
ОПК-2.2. Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<p>СТАНДАРТНАЯ ЕДИНИЦА АКТИВНОСТИ (Е ИЛИ U) ЭТО КОЛИЧЕСТВО ФЕРМЕНТА, КОТОРОЕ</p> <p>а) катализирует превращение 1 мкмоль субстрата в секунду при стандартных условиях  б) катализирует превращение 1 мкмоль субстрата в мин при стандартных условиях  в) катализирует превращение 1 мкмоль субстрата в секунду при любых условиях  г) катализирует превращение 1 мг субстрата в секунду при стандартных условиях</p>
ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<p>ИММОБИЛИЗАЦИЯ ФЕРМЕНТОВ – ЭТО ПРОЦЕСС</p> <p>а) прикрепления ферментов к поверхности природных и синтетических материалов  б) прикрепления к клеточной стенке продуцента  в) прикрепления к поверхности материалов  г) включение их в полимерные материалы</p>
ОПК-5.1. Знает способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по	Знает способы поиска и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам,	УКАЖИТЕ НОМЕНКЛАТУРУ ФЕРМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫМ

биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.	включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.	ТВЕРДОФАЗНЫМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СПОСОБОМ а) Гх б) Сх в) Тх г) Пх
ОПК-5.2. Умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	Умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	ФЕРМЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ГЛУБИННЫМ ЖИДКОФАЗНЫМ СПОСОБОМ, ИМЕЮТ ИНДЕКС а) Гх б) Сх в) Тх г) Пх
ОПК-5.3. Владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.	Владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.	СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ ФЕРМЕНТОВ а) тонкий органический синтез и преобразование энергии б) ферментная аналитика; в) производство первичных метаболитов г) создание лекарственных препаратов
ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.	Знает как изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.	ОСНОВНОЙ ЗАДАЧЕЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭНЗИМОЛОГИИ ЯВЛЯЕТСЯ а) извлечение ферментов из растительных тканей б) извлечение ферментов из животных тканей в) конструирование биоорганических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или ферментных комплексов г) разработка на их базе различных эффективных и экологически чистых биотехнологических процессов
ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем,	Умеет применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих	ПРЕИМУЩЕСТВА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ФЕРМЕНТОВ а) богатство ассортимента ферментов, синтезируемых микроорганизмами

стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	б) возможность управления ферментативными системами и составом производимых препаратов в) высокие скорости размножения микроорганизмов; г) возможность получать нестерильным способом г) возможность использования различных и доступных и недорогих субстратов
ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	Владеет методами использования полученных знаний и профессиональных навыков для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	ИНДУЦИБЕЛЬНЫЕ И РЕПРЕССИБЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ, КОТОРЫЕ СИНТЕЗИРУЮТСЯ КЛЕТКАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ: а) изменения условий ферментации б) действия на клетку в состоянии покоя в) культивирования в присутствии специфического субстрата г) изменения генетического аппарата клетки
ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов.	Участвует в конструировании модифицированных или новых биологических объектов.	БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФЕРМЕНТОВ РЕАЛИЗУЕТСЯ СПОСОБАМИ а) поверхностным твердофазным б) поверхностным жидкофазным в) глубинным, жидкофазным г) газофазным
ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.	Использует методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.	ВЫБЕРИТЕ МЕТОД СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФЕРМЕНТАЦИИ: а) нагревание б) добавление антибиотиков в) фильтрование г) УФ облучением
ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок.	Внедряет результаты исследований и разработок.	ЕСЛИ ИСХОДНЫМ МАТЕРИАЛОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ФЕРМЕНТОВ СЛУЖИТ ФИЛЬТРАТ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ, ТО ДЛЯ

		<p>ВЫДЕЛЕНИЯ ФЕРМЕНТА НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОЧИСТКИ ИСПОЛЬЗУЮТ:</p> <p>а) центрифугирование  б) осаждение солями металлов  в) фильтрацию  г) афинную хроматографию</p>
ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок.	Подготавливает данные и составляет отчеты исследований и разработок.	<p>ЕСЛИ ЦЕЛЬЮ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЯВЛЯЕТСЯ ПОЛУЧЕНИЕ, Т.Е. БИОСИНТЕЗ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА, ТО ИСПОЛЬЗУЮТ:</p> <p>а) индивидуальный фермент  б) фермент в клетке  в) фермент в пермеабилзированной клетке  г) комплекс ферментов в интактной клетке</p>
ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.	Участвует в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.	<p>МЕТОД НАИБОЛЕЕ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ФЕРМЕНТА</p> <p>а) экстракция глицерином  б) метод ацетоновых порошков  в) метод афинной хроматографии  г) газожидкостная хроматография</p>

## 5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### 5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)

#### Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Основы медицинской энзимологии: учебное пособие	Еликов А.В.	Киров: Кировский ГМУ, 2019. – 66 с.	Неограниченный доступ	
2	Медицинская энзимология: учебное пособие	Андрусенко С.Ф.,	Ставрополь: СКФУ,	Неограниченный доступ	

		Денисова Е.В.	2017. – 116с.	
--	--	------------------	------------------	--

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Биохимический практикум: [Электронный ресурс]: пособие для самостоятельной аудиторной работы студентов, обуч. по спец. 020400.62 - Биология, профиль Микробиология	Камилов Ф.Х. и др.	Уфа: БГМУ, 2014. - Ч.1. - 2014. – 112с.	Неограниченный доступ	
2	Биохимический практикум: [Электронный ресурс]: пособие для самостоятельной аудиторной работы студентов, обуч. по спец. 020400.62 - Биология, профиль Микробиология	Камилов Ф.Х. и др.	Уфа: БГМУ, 2014. - Ч.2. - 2014. – 109с.	Неограниченный доступ	
3	Практическая энзимология	Биссвангер Х.	М.: Бином. Лаборатори я знаний, 2017. - 331с.	Неограниченный доступ	
4	Молекулярная и клеточная биофизика: учебное пособие	Джаксон М.	М.: «Мир», БИНОМ. Лаборатори я знаний, 2021. - 551с.	Неограниченный доступ	
5	Клиническая энзимология	Новожилова А.А., Хакимова Д.М., Цибулькин Н.А.	Казань: КГМА, 2014. - 27с.	Неограниченный доступ	
6	Практикум по энзимологии: учебное пособие	Овчинникова С.И., Михнюк О.В., Шкуратова Е.Б.	Мурманск: МГТУ, 2016. - 104 с.	Неограниченный доступ	
7	Учебное пособие для самостоятельной работы по энзимологии: учебное пособие	Ярован Н.И., Прудникова Е.Г.	Орел: ОрелГАУ, 2016. - 83 с.	Неограниченный доступ	

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)**

1. [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru) (Электронно-библиотечная система «Консультант студента»)
2. <http://e.lanbook.com> (Электронно-библиотечная система «Лань»)
3. <http://library.bashgmu.ru> (База данных «Электронная учебная библиотека»)
4. <https://www.books-up.ru> (Электронно-библиотечная система «Букап»)

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)**

Использование учебных комнат и лабораторий для работы обучающихся. Специальная мебель: рабочее место для преподавателя (1 стол, 1 стул); рабочее место для обучающихся (письменные столы (парты), парты на 25 посадочных мест); письменная доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран, стенды с учебно-методическими материалами, демонстрационный и справочный материал.

**6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)**

**Таблица**

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с указанием номера такового объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4
1	Высшее, специалитет, 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия	<b>Учебный корпус № 7 ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, кафедра фундаментальной и прикладной микробиологии с: Учебная аудитория № 248</b> для проведения практических занятий, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: учебная мебель на 25 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), доска учебная меловая, компьютер, мультимедийный проектор, экран, стенды с учебно-методическими материалами,	450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Пушкина, д. 96, корп. 98. Этаж 2. Учебная аудитория № 248

		демонстрационный и справочный материал	
--	--	--	--

## 6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

<http://www.studmedlib.ru/> - многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронно-библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, в том числе аудио, видео, анимации, интерактивным материалам, тестовым заданиям и др.

<http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система издательства «Лань» - ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы по естественным и гуманитарным наукам.

<https://www.books-up.ru/> - электронно-библиотечная система «Букап» - это новый формат библиотечной системы, в которой собраны книги медицинской тематики: электронные версии качественных первоисточников от ведущих издательств со всего мира.

<https://rusneb.ru/> - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ граждан Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры до новейших авторских произведений.

<https://www.ras.ru/> - электронные версии коллекции журналов «Российской академии наук» (РАН)

<https://dlib.eastview.com/> - коллекция журналов «Медицина и здравоохранение» на платформе компании ИВИС. В коллекцию входят журналы как за текущий год, так и архив номеров.

<http://ovidsp.ovid.com/> - полнотекстовая коллекция журналов от ведущего международного медицинского издательства LWW, в которых публикуются актуальные исследования и материалы по различным областям медицины.

<https://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция электронных книг и полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.

<http://onlinelibrary.wiley.com> - полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства John Wiley & Sons, Inc., охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.

<https://www.cochranelibrary.com> - базы данных Кокрейновской библиотеки предоставляют информацию и доказательства для поддержки решений, принимаемых в медицине и других областях здравоохранения, а также информируют тех, кто получает медицинскую помощь. Ресурс позволяет найти информацию о клинических испытаниях, кокрейновских обзорах, некокрейновских систематических обзорах, методологических исследованиях, технологических и экономических оценках по определенной теме или заболеванию.

<https://www.orbit.com/> - база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию.

<http://search.ebscohost.com/> - полнотекстовая коллекция, которая включает 144 электронные книги от ведущих научных и университетских издательств и охватывает все дисциплины, изучаемые в медицинском вузе.

**<https://nmal.nucleusmedicalmedia.com/home>** - база изображений Nucleus Medical Art Library (NMAL). Созданная Nucleus Medical Art, NMAL содержит растущую коллекцию высококачественных иллюстраций и анимаций, изображающих анатомию, физиологию, хирургию, патологию, болезни, состояния, травмы, эмбриологию, гистологию и другие медицинские темы.

**[www.jaypeedigital.com](http://www.jaypeedigital.com)** - комплексная платформа медицинских ресурсов для студентов, преподавателей, научных и медицинских работников охватывает более 60 медицинских специальностей, включая смежные области – стоматологию, уход за больными, физиотерапию, фармакологию. Цифровой контент JAYPEE DIGITAL содержит клиническую диагностику, лабораторные исследования, современные хирургические процедуры, клинические методы от лучших специалистов отрасли по всему миру.

**<https://eduport-global.com/>** - электронная библиотека медицинской литературы от CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd., одного из ведущих издательств на Индийском субконтиненте, известного своими качественными учебниками по медицинским наукам и технологиям.

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

№ п/п	Наименование	Описание	Кол-во	Поставщик	Где установлено
1.	Права на программу для ЭВМ корпоративная лицензия на специальный набор программных продуктов <b>Microsoft Desktop School ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprase</b>	Операционная система Microsoft Windows + офисный пакет Microsoft Office	200	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
2.	Права на программу для ЭВМ набор веб-сервисов, предоставляющих доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office для образования <b>Microsoft Office 365 A5 for faculty - Annually</b>	Организация ВКС Microsoft Teams	25	ООО «Софтлайн Трейд»	Лекционные аудитории Кафедры и подразделения Университета
3.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты персональных компьютеров <b>Dr.Web Desktop Security Suite</b> Комплексная защита + Центр управления	Антивирусная защита (российское ПО)	1750	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервера, кафедры и подразделения Университета
4.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты рабочих станций и файловых серверов <b>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 1 year Educational Renewal License</b>	Антивирусная защита (российское ПО)	450	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
5.	Права на программу для ЭВМ Офисное программное обеспечение <b>МойОфис Стандартный</b>	Офисный пакет (российское ПО)	120	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
6.	Права на программу для ЭВМ Операционная система для образовательных учреждений <b>Астра Linux Common Edition</b>	Операционная система (российское ПО)	40	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета

7.	Права на программу для ЭВМ Система контент-фильтрации <b>SkyDNS</b>	Фильтрация интернет-контента (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
8.	Права на программу для ЭВМ Система для организации и проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов <b>Mirapolis Virtual Room</b>	Организации веб-конференций, вебинаров, мастер-классов (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
9.	Права на программу для ЭВМ Система дистанционного обучения <b>Русский Moodle 3KL</b>	Учебный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	«Софтлайн Трейд»	Хостинг на внешнем ресурсе
10.	Права на программу для ЭВМ "АИС «БИТ: Управление вузом»"	Электронный деканат (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО) (российское ПО)	1	Компания «Первый БИТ»	Сервер
11.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения» (неогр. кол-во пользователей)	Корпоративный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Сервер
12.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Управление сайтом - Эксперт»	Сайт ОО (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
13.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Сайт учебного заведения»	(российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
14.	Права на программу для ЭВМ пакет для статисти-	Пакет для статисти-	10	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра общественного здоровья

	ческого анализа <b>Statistica Basic Academic for Windows 12 Russian/12 English</b>	ческого анализа данных			и организации здравоохранения
15.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа <b>Statistica Basic Academic for Windows 10 Russian/13 English</b>		11	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра патофизиологии – 4 шт., Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра фармакологии – 1 шт.
16.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа <b>Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English</b>		5	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра нормальной физиологии – 4 шт., Кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии – 1 шт.
17.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа <b>Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English</b>		75	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра медицинской физики
18.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа <b>Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English</b> (сетевая)		50	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер