

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Васilenko B.H.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«26» мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТОДЫ БИОИНЖЕНЕРИИ**

Направление подготовки

19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки

Технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза,  
биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий

Квалификация выпускника

**Магистр**

Воронеж

### Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Биоинженерия» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении производственно-технологической деятельности в производстве биологически активных веществ.

Задачи дисциплины заключаются в подготовке обучающихся к решению следующих профессиональных задач:

- освоение методов и подходов, применяемых для решения биотехнологических задач в области производства биологически активных веществ;

- участие в разработке новых технологий и технологических схем производства биологически активных веществ.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-17	готовностью к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов	принципы получения биологически активных веществ; методы создания рекомбинантных ДНК; механизмы синтеза биологически активных веществ; способы создания генетически модифицированных организмов промышленного назначения	ставить биоинженерные задачи и выбирать правильные пути их решения в технологиях получения биологически активных веществ	методами выделения и очистки белков; методами определения различных биологических и активных веществ; культивирования клеток продуцентов биологических и активных веществ

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Биоинженерия» относится к блоку один ОП и ее вариативной части.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ч	
		1	2
		акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>83,55</b>	<b>34,95</b>	<b>48,6</b>
Лекции	25	17	8
в том числе в форме практической подготовки	25	17	8
Лабораторные работы	17	17	-
в том числе в форме практической подготовки	17	17	-
Практические занятия	38	-	38
в том числе в форме практической подготовки	38	-	38
Консультация перед экзаменом	2	-	2
Консультации текущие	1,25	0,85	0,4
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>98,65</b>	<b>37,05</b>	<b>61,6</b>
Проработка материалов по конспекту лекций	43,15	12,35	30,8
Проработка материалов по учебнику	43,15	12,35	30,8
Подготовка к защите лабораторных работ	12,35	12,35	-
<b>Контроль (экзамен)</b>	<b>33,8</b>	<b>-</b>	<b>33,8</b>

#### 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Общая трудоемкость, час
<b>1 семестр</b>			
1.	История развития биоинженерии. Задачи, решаемые методами биоинженерии в производстве БАВ.	Расшифровка структуры ДНК, открытие рестриктаз, Получение первых рекомбинантных белков. Клонирование в бактериальных клетках. Используемые ферменты (рестриктазы, Т4 ДНК-полимераза, фрагмент Кленова, полинуклеотидкиназа, нуклеаза S1, фосфатаза, ДНК-лигаза).	20,05
2.	Характеристика БАВ. Характеристика биологически активных веществ в растительного происхождения. Биологически активные вещества животного	Классификация биологически активных веществ. БАВ растительного происхождения: гликозиды, алколоиды, полифенольные соединения. Характеристика продуцентов. БАВ животного происхождения: гормоны.	25,5

	происхождения, характеристика продуцентов. БАВ, полученные методом микробного синтеза.		
3.	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	Клеточные линии. Методы введения ДНК. Транзитная экспрессия. Репортерные гены. Эпитопы. Методы детекции экспрессии генов. Определение эффективности трансфекции. Исследование внутриклеточной локализации белков. Селективные маркеры. Промоторы. Индуцибельные системы. Получение стабильных клеточных линий, экспрессирующих трансген. Ретровирусные векторы (конструирование, получение вирусных частиц, инфекция). Расширение круга хозяев. Стратегии экспрессии двух генов с одного вектора. Преимущества лентивирусных векторов. Самоинактивирующиеся ретровирусные векторы. Эписомальные векторы. Системы введения трансгенов в клетки млекопитающих, основанные на гомологичной рекомбинации. Негативная и позитивная селекция. Нокаутинг генов. Получение трансгенных животных. Cre-lox и flp-frt рекомбинация. Условный нокаут. Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот. Метод бицистронных конструкций для идентификации IRES-элементов. Источники артефактов. Получение мРНК in vitro. Метод Toe-print. SELEX. Создание рандомизированных библиотек. Получение РНК и ДНК аптамеров. Методы селекции, количество циклов, тестирование, применение. Интерференция РНК. Механизм. Преимущества и недостатки генетического нокаута по сравнению с нокаутом. Особенности применения метода в клетках млекопитающих. Способы получения siRNA. Критерии выбора последовательности-мишени. Промоторы для экспрессии shRNA. Методы тестирования степени подавления экспрессии гена-мишени. Источники артефактов. Необходимые контроли.	25,5
	<i>Консультации текущие</i>		0,85
	<i>Виды аттестации (зачет, экзамен)</i>		0,1 (зачет)
	<i>Итого:</i>		72
<b>2 семестр</b>			
4.	Получение трансгенных растений	Способы ведения чужеродных генов в растения. Агробактериальное заражение и трансформация растений. Т1-плазмида. Т-ДНК:	38

		что кодирует и как образуется? Белки вирулентности. Бинарные векторы. Селективные маркеры. Получение и анализ трансгенных растений. Вирусные векторы. Сайленсинг. Свойства трансгенных растений.	
5.	Микрочиповые технологии	Методы изготовления микрочипов (включая сочетание ступенчатого олигонуклеотидного синтеза и фотолитографии). Определение профилей экспрессии генов (кДНК чипы и чипы Affimetrix). Генотипирование. Детекция амплификации генов и делеций фрагментов хромосом. Виды и способы получения белковых микрочипов. Поиск ДНК-связывающих белков. Методы ChIPon-chip, ДНК- программируемый белковый чип.	34,8
6.	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	Сворачивание мономеров. Междоменные взаимодействия при сворачивании олигомера. Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении. Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин. Котрансляционное включение белков в мембрану эндоплазматического ретикулума. Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке. Основные типы шаперонов. Шаперонины и их роль в сворачивании белков. Разворачивание и деградация белков в клетке.	34,8
	<i>Консультация перед экзаменом</i>		2
	<i>Консультация текущая</i>		0,4
	<i>Виды аттестации (зачет, экзамен)</i>		0,2 (экзамен)
	<i>Контроль (экзамен)</i>		33,8
	<i>Итого:</i>		144
	<i>Всего:</i>		216

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПР, час	ЛР, час	СРС, час
<b>1 семестр</b>					
1.	История развития биоинженерии. Задачи, решаемы методами биоинженерии в производстве БАВ. Принципы создания рекомбинантных ДНК, ПЦР - реакция	5	-	5	10,05

2.	Библиотеки ДНК. Экспрессия генов, отвечающих за синтез биологически активных веществ, в бактериальных и дрожжевых клетках	6	-	6	13,5
3.	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	6	-	6	13,5
	<i>Консультации текущие</i>	0,85			
	<i>Виды аттестации (зачет, экзамен)</i>	0,1 (зачет)			
	<i>Итого:</i>	72			
<b>2 семестр</b>					
4.	Получение трансгенных растений	2	16	-	20
5.	Микрочиповые технологии	3	11	-	20,8
6.	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	3	11	-	20,8
	<i>Консультация перед экзаменом</i>	2			
	<i>Консультация текущая</i>	0,4			
	<i>Виды аттестации (зачет, экзамен)</i>	0,2 (экзамен)			
	<i>Контроль (экзамен)</i>	33,8			
	<i>Итого:</i>	144			
	<i>Всего:</i>	216			

### 5.1.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
<b>1 семестр</b>			
1.	История развития биоинженерии. Задачи, решаемы методами биоинженерии в производстве БАВ. Принципы создания рекомбинантных ДНК, ПЦР - реакция	Расшифровка структуры ДНК, открытие рестриктаз, Получение первых рекомбинантных белков. Клонирование в бактериальных клетках. Используемые ферменты (рестриктазы, T4 ДНК-полимераза, фрагмент Кленова, полинуклеотидкиназа, нуклеаза S1, фосфатаза, ДНК-лигаза). Плазмиды. Ориджины репликации. Совместимость плазмид. Селективные маркеры. Полилинкер. Бело-голубая селекция. Саузерн, нозерн и вестерн блоты. Гибридизация колоний. ПЦР. Конструирование праймеров. Ферменты (Taq-полимераза, Pfu-полимераза, Pfu-Turbo, обратная транскриптаза). Условия денатурации, отжига и элонгации. Случайный и сайт-направленный мутагенез (точечный, делеционный, инсерционный). Амплификация участка ДНК, окружающего известный ген. RTPCR. Real-time PCR. Иммуно-ПЦР.	5

2.	Библиотеки ДНК. Экспрессия генов, отвечающих за синтез биологически активных веществ, в бактериальных и дрожжевых клетках	Библиотеки генов. Размер библиотеки. Расщепление геномов на фрагменты для конструирования библиотек. Векторы (на основе фага лямбда, космиды, YAC'и, BAC'и) их емкость, особенности работы с ними. Физическая карта генома человека. STS. Прогулка по хромосоме. Библиотеки кДНК (конструирование, нормализация, размер). Методы скрининга библиотек. Дифференциальный скрининг, вычитательная гибридизация. Амплификация библиотек. Экспрессия генов в клетках дрожжей. Виды дрожжевых векторов. Ориджины репликации. Селективные маркеры. Дрожжевые промоторы. Индуцибельные системы. Дрожжевая двугибридная система. Одногибридная, тригибридная, обратная двугибридная система. Необходимые контроли. Получение рекомбинантных белков в бактериальных клетках. Используемые промоторы (lac, tac, trc, T5, T7). Превращение конститутивных промоторов в индуцибельные. Особенности системы с T7 промотором. Способы борьбы с подтеканием промотора. Оптимизация экспрессии. Тэги (6xHis, GST, ZZ). Выделение и очистка рекомбинантных белков. Тельца включения. Трансдуцирующие пептиды. Секвенирование НК. Принципы секвенирования. Метод Максама-Гилберта. Метод Сэнгера. Способы разделения и детекции фрагментов ДНК. Принципы подхода. Att-участки и узнающие их ферменты. Основные стадии клонирования. Векторы: Entry, Destination, Donor. Способы селекции.	6
----	---	--	---

3.	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	<p>Клеточные линии. Методы введения ДНК. Транзитная экспрессия. Репортерные гены. Эпитопы. Методы детекции экспрессии генов. Определение эффективности трансфекции. Исследование внутриклеточной локализации белков. Селективные маркеры. Промоторы. Индуцибельные системы. Получение стабильных клеточных линий, экспрессирующих трансген. Ретровирусные векторы (конструирование, получение вирусных частиц, инфекция). Расширение круга хозяев. Стратегии экспрессии двух генов с одного вектора. Преимущества лентивирусных векторов. Самоинактивирующиеся ретровирусные векторы. Эписомальные векторы. Системы введения трансгенов в клетки млекопитающих, основанные на гомологичной рекомбинации. Негативная и позитивная селекция. Нокаутирование генов. Получение трансгенных животных. Cre-lox и flp-frt рекомбинация. Условный нокаут. Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот. Метод бицистронных конструкций для идентификации IRES-элементов. Источники артефактов. Получение мРНК in vitro. Метод Toe-print. SELEX.</p> <p>Создание рандомизированных библиотек. Получение РНК и ДНК аптамеров. Методы селекции, количество циклов, тестирование, применение. Интерференция РНК. Механизм. Преимущества и недостатки генетического нокаута по сравнению с нокаутом. Особенности применения метода в клетках млекопитающих. Способы получения siRNA. Критерии выбора последовательности-мишени. Промоторы для экспрессии shRNA. Методы тестирования степени подавления экспрессии гена-мишени. Источники артефактов. Необходимые контроли.</p>	6
<b>2 сессия</b>			
4.	Получение трансгенных растений	<p>Способы ведения чужеродных генов в растения. Агробактериальное заражение и трансформация растений. Ti-плазмида. T-DНК: что кодирует и как образуется? Белки вирулентности. Бинарные векторы. Селективные маркеры. Получение и анализ трансгенных растений. Вирусные векторы. Сайленсинг. Свойства трансгенных растений.</p>	2



5.	Микрочиповые технологии	Методы изготовления микрочипов (включая сочетание ступенчатого олигонуклеотидного синтеза и фотолитографии). Определение профилей экспрессии генов (кДНК чипы и чипы Affimetrix). Генотипирование. Детекция амплификации генов и делеций фрагментов хромосом. Виды и способы получения белковых микрочипов. Поиск ДНК-связывающих белков. Методы ChIPon-chip, ДНК-программируемый белковый чип.	3
6.	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	Сворачивание мономеров. Междоменные взаимодействия при сворачивании олигомера. Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении. Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин. Котрансляционное включение белков в мембрану эндоплазматического ретикулума. Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке. Основные типы шаперонов. Шаперонины и их роль в сворачивании белков. Разворачивание и деградация белков в клетке.	3

### 5.1.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость, час
<b>1 семестр</b>			
1	История развития биоинженерии. Задачи, решаемые методами биоинженерии в производстве БАВ. Принципы создания рекомбинантных ДНК, ПЦР – реакция.	-	-
2	Библиотеки ДНК. Экспрессия генов, отвечающих за синтез биологически активных веществ, в бактериальных и дрожжевых клетках	-	-
3	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	-	-
<b>2 семестр</b>			
4	Получение трансгенных растений	Проектирование генетических конструкций для трансформации растений	4
		Получение Ti-плазмид	4

		Трансформация растения	4
		Анализ трансформантов	4
5	Микрочиповые технологии	Приготовление кДНК-библиотеки (методы выделения ДНК)	3
		Приготовление кДНК-библиотеки (подготовка фрагментов кДНК)	3
		Генотипирование	4
6	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	Моделирование третичной структуры белка	3
		Сравнительный анализ структуры белков различного происхождения	3
		Молекулярно-динамическое моделирование белков	4

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
<b>1 семестр</b>			
1.	История развития биоинженерии. Задачи, решаемы методами биоинженерии в производстве БАВ. Принципы создания рекомбинантных ДНК, ПЦР - реакция	Аmplификация ДНК целевого гена из ДНК-библиотеки.	5
2.	Библиотеки ДНК. Экспрессия генов, отвечающих за синтез биологически активных веществ, в бактериальных и дрожжевых клетках	Рестрикция и лигирование плазмиды с целевым геном.	3
		Трансформация бактериальной клетки.	3
3.	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	Скрининг бактериальных клонов.	6
<b>2 семестр</b>			
4.	Получение трансгенных растений	-	-
5.	Микрочиповые технологии	-	-
6.	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	-	-

## 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
<b>1 семестр</b>			
1	История развития биоинженерии. Задачи, решаемы методами и биоинженерии в производстве БАВ. Принципы создания рекомбинантных ДНК, ПЦР - реакция	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,35
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,35
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	3,35
2	Библиотеки ДНК. Экспрессия генов, отвечающих за синтез биологически активных веществ, в бактериальных и дрожжевых клетках	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
3	Экспрессия генов, отвечающих за синтез целевых веществ, в клетках млекопитающих	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	4,5
<b>2 семестр</b>			
4	Получение трансгенных растений	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10
5	Микрочиповые технологии	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10,4
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10,4

6	Механизмы сворачивания белков и их применение в производстве БАВ	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10,4
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10,4

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

### **6.1 Основная литература**

1. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т. 1. Генная и белковая инженерия, М: Наука 2004.
2. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей. - М.: Техносфера, 2007 (Мир биологии и медицины)
3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Учебно-справочное пособие Сибирское университетское издательство, 2008
4. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебник, 1-е изд Академия ИЦ 2011

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд-во Новосиб.ун-та,
2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М: 2002. 2.
3. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. М., 2002

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся** **Методические указания для выполнения лабораторных работ. Методические указания для самостоятельной работы студентов.**

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsu.ru>>.
2. Базовые федеральные образовательные порталы. <[http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm)>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <[www.gpntb.ru/](http://www.gpntb.ru/)>.
4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов. <<http://www.ict.edu.ru/>>.
5. Национальная электронная библиотека. <[www.nns.ru/](http://www.nns.ru/)>..
6. Российская государственная библиотека. <[www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/)>.
7. Российская национальная библиотека. <[www.nlr.ru/](http://www.nlr.ru/)>.
8. Поисковая система «Google». <<https://www.google.ru/>>.
9. Поисковая система «Рамблер». <[www.rambler.ru/](http://www.rambler.ru/)>.
10. Поисковая система «Яндекс». <[www.yandex.ru/](http://www.yandex.ru/)>.

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]

: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление.  
- Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа  
: <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. -

Загл. с экрана

## **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Используемые виды информационных технологий:

- Microsoft Windows XP, Microsoft Windows 7 (64-разрядная профессиональная), Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Office профессиональный 2010.

- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные аудитории, оснащенные мультимедийной техникой: Ауд. 403: ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран.

Аудитории для проведения лабораторных занятий:

- Лаб. 415: автоклав автоматический VLS-3020U, вертикальная камера для электрофореза, водяной термостат Дольфин ОБН-8, диспергатор(гомогенизатор) IKAT 18 ULTRA-TURRAX, микроцентрифуга –вортекс «Микроспин», насос вакуумный Vacum-Sel, Нутч-фильтр, спектрофотометр ПЭ-5300В, стерилизатор паровой ВК-75, сушилка лиофильная ЛС-500, термостат твердотельный с таймером ТТ-2- «Термит», термостат 93 л (инкубатор), термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот 1000, трансиллюминатор ЕТХ-20С, ферментер автоклавируемый с программно-аппаратным комплексом на базе компьютера с монитором Ф-301, центрифуга MiniSpin Eppendorf, шейкер-инкубатор Multitron с платформой, электрофорезная камера Sub-Cell System горизонтальная, фотометр планшетный Start Fax 2100, Испаритель ротационный Heidolph Hei-VAP Value, стекло G-3, Ферментный анализатор ПААГ-И, Центрифуга CR3i, Бокс ультрафиолетовый УФ-1, Термостат с электрообогревом и водяной рубашкой ,Термостат жидкостной 50К-20/0,05.

- Лаб. 419: Комплекты мебели для учебного процесса – 10 шт.

Микроскоп «МикроМед Р-1» в количестве 12 шт., Микроскоп Е-200 с цифровой камерой Levenhuk C510 NG 5M, термостат с охлаждением ТСО-1/80.

- Лаб. 418: Комплекты мебели для учебного процесса – 10 шт. Баня водяная LT-2 двухместная, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, поляриметр СМ-3, прибор рН-метр рН-150, спектрофотометр СФ-104/8, рефрактометр ИРФ 454 Б 2М;

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины** включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний,

умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**8.2** Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.04.01 Биотехнология.

**Приложение  
к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		1 семестр	2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
<b>Контактная работа</b> в т.ч. аудиторные занятия:	25,1	13,5	11,6
Лекции	8	4	4
в том числе в форме практической подготовки	8	4	4
Лабораторные работы	8	8	-
в том числе в форме практической подготовки	8	8	-
Практические занятия	4	-	4
в том числе в форме практической подготовки	4	-	4
Консультации текущие	1,2	0,6	0,6
Консультации перед экзаменом	2		2
Проверка и защита контрольной работы	1,6	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	180,2	90,6	89,6
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	137,8	65,4	72,4
Подготовка к лабораторным /практическим работам	24	16	8
Выполнение контрольной работы	18,4	9,2	9,2
Подготовка к зачету, экзамену (контроль)	3,9	3,9	6,8