

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»**
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета подготовки
кадров высшей квалификации
ФГАОУ ВО РНИМУ
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

_____ М.В. Хорева

«11» апреля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

Научная специальность

1.5.6 Биотехнология

Москва, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Биотехнология» разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, педагогическими работниками межкафедрального объединения кафедры биохимии и молекулярной биологии Института фармации и медицинской химии, кафедры медицинских нанобиотехнологий и кафедры биохимии медико-биологического факультета

№	Фамилия, имя, отчество	Учёная степень, звание	Занимаемая должность в университете, кафедра
1	Чехонин Владимир Павлович	академик РАН, профессор, д.м.н.	Заведующий кафедрой медицинских нанобиотехнологий МБФ
2	Кузнецов Дмитрий Анатольевич	д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
3	Курапов Павел Борисович	д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
4	Бухвостов Александр Александрович	к.б.н.	Заведующий учебной лабораторией, доцент кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
5	Шестопапов Александр Вячеславович	д.м.н, профессор	Заведующий кафедрой биохимии и молекулярной биологии ИФМХ
6	Терентьев Александр Александрович	член-корр. РАН, д.м.н, профессор	Профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ
7	Давыдов Вадим Вячеславович	д.м.н, профессор	Профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Биотехнология» рассмотрена и одобрена на заседании межкафедрального объединения кафедры биохимии и молекулярной биологии Института фармации и медицинской химии, кафедры медицинских нанобиотехнологий и кафедры биохимии медико-биологического факультета

протокол № 3 от «28» марта 2023 г.

Руководитель межкафедрального объединения _____ /Чехонин В.П./

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	9
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	11
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	21
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	22
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)	23
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	24

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовка врачей-исследователей, научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в области биотехнологии для науки, промышленности и сферы высшего образования, формирование системных знаний по медицинским аспектам применения современных технологий, приобретение умений и навыков по основным методам, применяющимся в фундаментальной и медицинской биотехнологии.

Задачи дисциплины (модуля)

1. Изучение современных направлений и перспектив развития биотехнологии.
2. Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, обладающих широкими знаниями в области медицинских биотехнологий, биотехнологии биологических активных веществ и лекарственных средств.
3. Изучение современных аспектов применения биотехнологии в медицине и фармацевтике; создания лекарственных препаратов биотехнологического происхождения, в том числе антибиотиков и вакцин; применения биотехнологий в процессах получения генно-инженерных белков, ферментов, диагностикумов, гормонов, витаминов и биосовместимых материалов; освоение технологий создания систем адресной доставки лекарственных средств непосредственно к очагу болезни.
4. Формирование у аспирантов способности корректно интерпретировать данные литературы по фундаментальной и медицинской биотехнологии.
5. Формирование умений и навыков самостоятельной научной (научно-исследовательской) деятельности по научной специальности «Биотехнология».

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	Всего, час.	Объем по полугодиям								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. Раб.):	<i>144</i>	-	-	<i>112</i>	<i>32</i>	-	-	-	-	
Лекционное занятие (Л)	<i>48</i>	-	-	<i>32</i>	<i>16</i>	-	-	-	-	
Семинарское/практическое занятие (СПЗ)	<i>96</i>	-	-	<i>80</i>	<i>16</i>	-	-	-	-	
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	<i>108</i>	-	-	<i>68</i>	<i>40</i>	-	-	-	-	
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Экзамен (кандидатский экзамен) (КЭ)	<i>36</i> <i>3, КЭ</i>	-	-	<i>3</i>	<i>36</i> <i>КЭ</i>	-	-	-	-	
Общий объем	в часах	<i>288</i>	-	-	<i>180</i>	<i>108</i>	-	-	-	-
	в зачетных единицах	<i>8</i>	-	-	<i>5</i>	<i>3</i>	-	-	-	-

3. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение. Задачи и краткая история биотехнологии

Тема 1.1. Предмет и задачи биотехнологии.

Предмет биотехнологии. Представление о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии при использовании биообъектов и биомолекул в промышленном производстве, здравоохранении и окружающей среде.

Задачи биотехнологии. Стимулирование обмена веществ биообъектов для производства целевых продуктов при одновременном подавлении других реакций метаболизма. Получение методами клеточной инженерии клеток или их составных частей, которые способны к направленному изменению других сложных биоструктур. Создание методами генной инженерии рекомбинантных ДНК, которые способны кодировать биосинтез особо ценных соединений. Создание безотходных и экологически безопасных биотехнологических процессов. Создание новых технологий и совершенствование биообъектов. Совершенствование аппаратного оформления биотехнологических процессов с целью получения максимального выхода продукции. Повышение технико-экономических показателей биотехнологических процессов по сравнению с существующими.

Тема 1.2. Основные объекты биотехнологии.

Продуценты и биокатализаторы. Ферменты, изолированные клетки и их фрагменты, различные клеточные линии животного или растительного происхождения, вирусы, бактерии и цианобактерии, целые растения и животные. Совершенствование биообъектов.

Тема 1.3. Этапы развития биотехнологии.

Эмпирический период. Интуитивное использование биотехнологических процессов для получения хлеба, пива, спирта, уксуса, кисломолочных продуктов, силосования кормов, выделки кожи и т.д.

Этиологический период (1856-1933 гг.). Открытие микробной природы брожения (Л. Пастер). Создание научных основ вакцинопрофилактики и вакцинотерапии. Разработка питательных сред для культивирования различных биообъектов и организация первых микробиологических производств.

Биотехнический период (1934-1971 гг.). В этот период внедряется крупномасштабное герметизированное оборудование для проведения процессов в стерильных условиях; развивается производство антибиотиков, разработана технология ферментативных реакций и выяснены условия, необходимые для культивирования клеток растений, животных и человека. Развитие клеточной инженерии.

Генно-инженерный период (с 1972 г.). Создание рекомбинантных молекул ДНК, генно-инженерного инсулина, развивается хромосомная и клеточная инженерия; внедряются автоматизация и компьютеризация; развиваются новые направления (медицинская биотехнология, иммунобиотехнология, биогеотехнология, инженерная энзимология), нанобиотехнология. С возникновением генной инженерии появилась возможность направленно создавать для промышленности микроорганизмы с заданными свойствами.

Тема 1.4. Место биотехнологии в системе биологических и технологических дисциплин.

Связь биотехнологии с сопредельными дисциплинами – биофизикой, биохимией, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией животных и растений, химической технологией. Основные этапы развития биотехнологии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии. Направления и перспективы развития биотехнологии.

Тема 1.5. Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.

Биообъект – основа биотехнологии. Краткая характеристика основных биообъектов. Вирусы. Бактерии и цианобактерии. Водоросли. Лишайники. Грибы. Растения и животные, их изолированные клетки и фрагменты клеток. Первичные и вторичные метаболиты. Динамика изменения биомассы и образования первичных и вторичных метаболитов в процессе роста биообъекта.

Раздел 2. Биотехнология первичных метаболитов. Биотрансформация (биоconversion)

Тема 2.1. Биотехнологическое производство аминокислот.

Технология производства глутаминовой кислоты и глутамата натрия. Микробиологический синтез лизина, триптофана и других аминокислот.

Тема 2.2. Биотехнологическое производство витаминов.

Получение витаминов В₂ и В₁₂. Синтез витаминов группы D. Получение витаминов А, и РР. Химико-ферментативный метод синтеза аскорбиновой кислоты (витамин С).

Тема 2.3. Биотехнология органических кислот. Цикл Кребса. Бродильные процессы.

Аэробные процессы в производстве органических кислот. Получение уксусной, лимонной, янтарной, фумаровой, яблочной, итаконовой, винной и глюконовой кислот. Анаэробные процессы в производстве органических кислот. Получение пропионовой, масляной и молочной кислот. Бродильные процессы. Биотехнология производства этанола. Брожение пектиновых веществ.

Тема 2.4. Биотехнологический синтез белка.

Синтез белка с использованием микроорганизмов. Субстраты первого, второго и третьего поколения. Особенности получения пищевого белка. Промышленный синтез белка с участием трансгенных микроорганизмов. Пути поиска дополнительных источников белка. Биотехнология нуклеиновых кислот. Медицинские препараты на основе нуклеиновых кислот.

Тема 2.5. Биотехнология углеводов и липидов.

Промышленные микробные полисахариды. Биотехнология ксантана, альгината и декстранов. Основные функции липидов в живых организмах. Технология получения микробных липидов и пути их практического использования

Раздел 3. Вторичные метаболиты

Тема 3.1. Вторичные метаболиты высших растений.

Общая характеристика вторичных метаболитов растений и их классификация. Основные классы вторичных метаболитов. Терпены и терпеноиды. Фенольные соединения. Алкалоиды. Характеристика отдельных вторичных метаболитов растений. Лекарственные средства растительного происхождения на основе вторичных метаболитов.

Тема 3.2. Вторичные метаболиты высших грибов и микромицетов.

Полиацетилены, грибные стероиды и тритерпены. Биогенные амины и алкалоиды грибов. Биологическая активность вторичных метаболитов грибов и их лечебные свойства. Лекарственные препараты из грибов. Антибиотики. Пенициллин, цефалоспорин, стрептомицин, тетрациклин. Микотоксины (афлатоксин, охратоксин). Трихотеценовые микотоксины. Эргоалкалоиды спорыньи.

Тема 3.3. Вторичные метаболиты лишайников и водорослей.

Локализация вторичных метаболитов в лишайниках. Антибактериальная активность усниновой кислоты. Специфический биогенез морских метаболитов. Лекарственные препараты на основе вторичных метаболитов лишайников, водорослей и животных морских организмов.

Тема 3.4. Биотехнология вторичного метаболизма.

Биотехнология вторичных метаболитов высших растений. Стероидные гликозиды женьшеня. Биоженьшень. Биотехнология вторичных метаболитов спорыньи. Промышленная биотехнология антибиотиков и стероидов. Получение тестостерона.

Раздел 4. Частная биотехнология

Тема 4.1. Промышленная биотехнология.

Структура биотехнологического производства. Основные типы биотехнологических процессов особенности производства первичных метаболитов. Многосубстратные конверсии. Производство биогаза. Крупнотоннажная ферментация. Очистка сточных вод. Основные стадии биотехнологического процесса. Периодический режим. Полунепрерывный режим. Непрерывный режим. Подготовка питательной среды. Стерилизация. Подготовка посевного материала. Культивирование. Постферментационная стадия. Основные стадии получения ферментов. Производство терапевтических ферментов. Аппаратурное оснащение биотехнологических производств. Оборудование для выделения целевого продукта. Сепарация. Фильтрация. Флотация. Разрушение клеток. Дезинтеграция. Распределительная, адсорбционная и ионообменная хроматография. Гель-хроматография и гель-фильтрация. Аффинная хроматография. Электрофорез. Концентрирование. Сушка. Контроль и управление биотехнологическими процессами. Получение готовой продукции и утилизация отходов производства.

Тема 4.2. Инженерная энзимология.

Ферменты в биотехнологии. Ферменты в медицине. Ферменты как аналитические реагенты для диагностики заболеваний. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и биочипы. Конструкция ДНК-чиповых систем. производство ферментных препаратов.

Тема 4.3. Клеточная и тканевая инженерия.

Клеточная и тканевая инженерия растений. Культивирование растительных клеток. Каллусная ткань. Техника клеточной инженерии растений. Методы индуцированного слияния протопластов. Клеточная селекция. Микрклональное размножение и оздоровление растений. Каллусная ткань – источник вторичных метаболитов. Клеточная и тканевая инженерия человека. Практическое использование культуры клеток человека. Моноклональные антитела. Культивирование органов. Стволовые клетки.

Тема 4.4. Генетическая инженерия.

Технология создания рекомбинантных ДНК. Рестриктазы. Ферменты, синтезирующие ДНК на матрице. Методы секвенирования ДНК. Конструирование рекомбинантной ДНК. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Применение генной инженерии. Использование трансгенных организмов в медицине. Способы получения генномодифицированных микроорганизмов. Генетическая инженерия растений. Трансгенные растения как биопродукторы белков медицинского назначения. Генетическая инженерия животных. Генодиагностика и генотерапия человека. Понятие о геномике.

Раздел 5. Биофармация и биомедицина

Тема 5.1. Производство пептидных гормонов.

Получение генно-инженерного инсулина. Генно-инженерный способ синтез соматотропина. Производство препаратов группы цитокинов. Методы синтеза интерферона. Получение интерлейкинов и эритропоэтина. Производство гематотропных препаратов и моноклональных антител.

Тема 5.2. Специфика производства вакцин. Иммуобиотехнология.

Вакцины и сыворотки. Живые вакцины. Инактивированные или убитые микроорганизмы. Технологии получения вакцин и сывороток. Очищенные или рекомбинантные субъединичные вакцины. Рекомбинантные белковые вакцины, улучшенные противогриппозные вакцины. Новые методы создания вакцин. Генные вакцины. VLP – вакцины. Векторные вакцины. Вакцины против КОВИДа. Спутник V. Съедобные вакцины. Патентная особенность биофармпрепаратов.

Тема 5.3. Биомедицина.

Молекулярно-генетическая диагностика. Персонализированная медицина и ее диагностические средства. Генотипирование и генная терапия. Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей. Стволовые клетки. Биосовместимые материалы. Препараты на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов. Препараты для лечения энзимопатологий. Энзимотерапия.

4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)

Таблица 2

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Конт. кт. раб.	Л	СПЗ	СР	

	Полугодие 3	180	112	32	80	68	Зачет
Раздел 1	Введение. Задачи и краткая история биотехнологии	55	35	10	25	20	Устный опрос
Тема 1.1	Предмет и задачи биотехнологии.	11	7	2	5	4	
Тема 1.2	Основные объекты биотехнологии.	11	7	2	5	4	
Тема 1.3	Этапы развития биотехнологии.	11	7	2	5	4	
Тема 1.4	Место биотехнологии в системе биологических и технологических дисциплин.	11	7	2	5	4	
Тема 1.5	Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.	11	7	2	5	4	
Раздел 2	Биотехнология первичных метаболитов. Биотрансформация (биоconversion)	88	56	16	40	32	Устный опрос
Тема 2.1	Биотехнологическое производство аминокислот.	22	14	4	10	8	
Тема 2.2	Биотехнологическое производство витаминов.	22	14	4	10	8	
Тема 2.3	Биотехнология органических кислот. Цикл Кребса. Бродильные процессы.	22	14	4	10	8	
Тема 2.4	Биотехнологический синтез белка.	11	7	2	5	4	
Тема 2.5	Биотехнология углеводов и липидов.	11	7	2	5	4	
Раздел 3	Вторичные метаболиты	37	21	6	15	16	Устный опрос
Тема 3.1	Вторичные метаболиты высших растений.	11	7	3	4	4	
Тема 3.2	Вторичные метаболиты высших грибов и микромицетов.	9	5	1	4	4	
Тема 3.3	Вторичные метаболиты лишайников и водорослей.	9	5	1	4	4	
Тема 3.4	Биотехнология вторичного метаболизма.	8	4	1	3	4	
	Полугодие 4	108	32	16	16	40	КЭ - 36 ч.
Раздел 4	Частная биотехнология	36	16	8	8	20	Устный опрос
Тема 4.1	Промышленная биотехнология.	9	4	2	2	5	
Тема 4.2	Инженерная энзимология.	9	4	2	2	5	
Тема 4.3	Клеточная и тканевая инженерия.	9	4	2	2	5	
Тема 4.4	Генетическая инженерия.	9	4	2	2	5	
Раздел 5	Биофармация и биомедицина	36	16	8	8	20	Устный опрос
Тема 5.1	Производство пептидных гормонов.	16	8	4	4	8	
Тема 5.2	Специфика производства вакцин. Иммунобиотехнология.	10	4	2	2	6	
Тема 5.3	Биомедицина.	10	4	2	2	6	
	Общий объем	288	144	48	96	108	36

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, написание докладов, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

Номер раздела	Наименование раздела	Вопросы для самостоятельной работы
Раздел 1	Введение. Задачи и краткая история биотехнологии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение биотехнологии. Биологические системы. 2. История развития биотехнологии 3. Основные направления развития биотехнологии 4. Основные объекты биотехнологии. 5. Ферменты. Биотехнологические функции. 6. Вирусы. Биотехнология вирусов. 7. Биотехнологические функции бактерий. 8. Биотехнологические функции водорослей 9. Биотехнологические функции лишайников 10. Биотехнология грибов. 11. Методы совершенствования биообъектов.
Раздел 2	Биотехнология первичных метаболитов. Биотрансформация (биоконверсия)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Первичные и вторичные метаболиты. 2. Биотехнология первичных метаболитов. 3. Производство аминокислот медицинского и пищевого назначения. 4. Биотехнологическое производство аминокислот. 5. Химико-ферментативные методы получения аминокислот. 6. Производство витаминов. Получение витамина В₂ 7. Производство органических кислот. Схема получения лимонной кислоты. 8. Органические кислоты. Получение молочной и пропионовой кислот. 9. Производство этанола. Этанол – как биотопливо. 10. Многосубстратные конверсии. 11. Получение биогаза. 12. Биотехнологический синтез белка. 13. Микробиологическая трансформация стероидов для создания ЛС.
Раздел 3	Вторичные метаболиты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие вторичного метаболизма. Признаки вторичного метаболизма. 2. Функции вторичных метаболитов. 3. Защитная функция вторичных метаболитов. Фенольные соединения. 4. Азотсодержащие вторичные метаболиты. Алкалоиды в медицине. 5. Биотехнология получения антибиотиков. 6. Продуценты антибиотиков. Среда обитания. Методы выделения. 7. Биосинтез антибиотиков. Предшественники β-лактамных антибиотиков, аминогликозидов, эритромицина, тетрациклина. 8. Плесневые грибы – продуценты антибиотиков. 9. Антибиотики, образуемые бактериями.
Раздел 4	Частная биотехнология	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слагаемые биотехнологического производства. Подготовительные и основные этапы производства. 2. Методы стерилизации технологического воздуха, оборудования и питательных средств в биотехнологическом производстве. 3. Ферментеры. Системы регуляции процесса. 4. Особенности выделения целевых продуктов из культуральной жидкости. 5. Центрифугирование и сепарирование в биотехнологическом производстве. 6. Методы фильтрации в биотехнологическом производстве. 7. Мембранные методы разделения в биотехнологическом производстве. Микрофильтрация.

		<p>Электродиализ. Обратный осмос. Ультрафильтрация.</p> <p>8. Методы сушки применительно к биообъектам и продуктам биосинтеза.</p> <p>9. Методы инженерной энзимологии в производстве лекарственных препаратов. Преимущество использования иммобилизованных биообъектов при выделении и очистке.</p> <p>10. Экологические и экономические преимущества использования иммобилизованных ферментов и целых клеток в биотехнологическом производстве.</p> <p>11. Биотехнология получения лекарственных средств на основе культур растительных клеток.</p> <p>12. Методы культивирования растительных клеток. Каллусные и суспензионные культуры. Иммобилизация растительных клеток.</p> <p>13. Ферменты, применяемые в генно-инженерных проектах.</p> <p>14. Трансгенные растения.</p> <p>15. Векторы, применяемые в генетической инженерии.</p> <p>16. Растительные клетки. Применение в биотехнологическом производстве для биотрансформации лекарственных средств.</p> <p>17. Рекомбинантные белки. Конструирование и особенности культивирования микроорганизмов продуцентов чужеродных для них белков.</p> <p>18. Инсулин. Источники сырья. Рекомбинантный инсулин человека. Схема производственного процесса.</p>
Раздел 5	Биофармация и биомедицина	<p>1. Иммунобиотехнология ЛС.</p> <p>2. Моноклональные антитела. Получение и применение.</p> <p>3. Вакцины. Классификация. характеристика каждого отдельного типа вакцин: живые, инактивированные, субединичные, ДНК-вакцины.</p> <p>4. Особенности технологии получения вакцин.</p> <p>5. Особенности культивирования клеток животных при производстве вакцин.</p> <p>6. Сыворотки. Особенности получения и хранения.</p> <p>7. Трансгенные растения и перспективы их использования в качестве источника фармацевтических препаратов.</p> <p>8. Клеточные биотехнологии и медицинские препараты.</p> <p>9. Методы поиска новых лекарственных средств.</p> <p>10. Способы усиления иммунного ответа.</p> <p>11. Получение рекомбинантного инсулина.</p> <p>12. Получение интерферонов.</p> <p>13. Пробиотики и нормофлоры.</p> <p>14. Энзимопатология и энзимодиагностика. Энзимотерапия.</p> <p>15. Трансгенные растения как биопродуценты белков медицинского назначения.</p> <p>16. Генодиагностика человека. Генетическая терапия.</p>

Контроль самостоятельной работы осуществляется на семинарских (практических) занятиях.

6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные варианты оценочных заданий для текущего контроля успеваемости

Таблица 4

Раздел, тема	Наименование разделов, тем	Форма контроля	Оценочное задание
--------------	----------------------------	----------------	-------------------

Полугодие 3			
Раздел 1	Введение. Задачи и краткая история биотехнологии	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Определение биотехнологии. Биологические системы. История развития биотехнологии. Основные направления развития биотехнологии 2. Понятие биообъекта. 3. Основные направления развития медицинской биотехнологии. 4. Основные объекты биотехнологии. 5. Первичные и вторичные метаболиты. 6. Мировой рынок биотехнологической продукции.
Тема 1.1	Предмет и задачи биотехнологии.		
Тема 1.2	Основные объекты биотехнологии.		
Тема 1.3	Этапы развития биотехнологии.		
Тема 1.4	Место биотехнологии в системе биологических и технологических дисциплин.		
Тема 1.5	Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.		
Раздел 2	Биотехнология первичных метаболитов. Биотрансформация (биоконверсия)	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Характеристика продуцентов, применяемых в биотехнологических производствах (антибиотики, интерфероны, аминокислоты). 2. Производство дрожжей на углеводсодержащих и целлюлозных субстратах 3. Производство аминокислот медицинского и пищевого назначения. 4. Промышленный синтез белка. 5. Современная аппаратура для промышленной культивации микроорганизмов. 6. Микроорганизмы, используемые в промышленности для получения целевых продуктов 7. Бактерии. Размножение бактерий. Биотехнологические функции бактерий. 8. Грибы. Биотехнологические функции грибов. 9. Биотехнологическое производство аминокислот. 10. Биотехнология органических кислот. 11. Многосубстратные конверсии. 12. Биотехнологический синтез витаминов.
Тема 2.1	Биотехнологическое производство аминокислот.		
Тема 2.2	Биотехнологическое производство витаминов.		
Тема 2.3	Биотехнология органических кислот. Цикл Кребса. Бродильные процессы.		
Тема 2.4	Биотехнологический синтез белка.		
Тема 2.5	Биотехнология углеводов и липидов.		
Раздел 3	Вторичные метаболиты.	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Азотсодержащие вторичные метаболиты. Алкалоиды в медицине. 2. Биотехнология вторичного метаболизма растительных клеток. 3. Биотехнология вторичного метаболизма растительных клеток. 4. Биологически активные соединения из растений для лечения онкологических заболеваний. 5. Получения классических эргоалкалоидов спорыньи биотехнологическими методами. 6. Лекарственные препараты, получаемые из культур клеток женьшеня, родиолы розовой, воробейника, стевии, наперстянки, табака и др. 7. Функции вторичных метаболитов 8. Промышленный синтез вторичных метаболитов. 9. Биотехнология протопластов.
Тема 3.1	Вторичные метаболиты высших растений.		
Тема 3.2	Вторичные метаболиты высших грибов и микромицетов.		
Тема 3.3	Вторичные метаболиты лишайников и водорослей.		
Тема 3.4	Биотехнология вторичного метаболизма.		
Полугодие 4			

Раздел 4	Частная биотехнология.	Устный опрос	<p>Вопросы к опросу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные стадии биотехнологического процесса. 2. Аппаратура для реализации биотехнологических процессов. Основные типы ферментационных аппаратов. 3. Методы и аппаратура для выделения и очистки продуктов биотехнологического синтеза. 4. Получение рекомбинантного инсулина. 5. Генетическая инженерия растений. Трансгенные растения как биопродуценты белков медицинского назначения. 6. Санитарные и экологические требования к производству биопрепаратов 7. Иммуобилизация клеток. 8. Клеточная и тканевая инженерия. Каллусная ткань. 9. Векторные молекулы. 10. Биотехнология получения антибиотиков. 11. Инженерная энзимология. Механизм действия ферментов. 12. Иммуобилизованные клетки и их применение в биотехнологии. 13. Производство аминокислот медицинского и пищевого назначения. 14. Особенности культивирования растительных клеток. 15. Культивирование отдельных клеток. Протопласты растительных клеток как объект биологического конструирования. Слияние протопластов и гибридизация соматических клеток. 16. Суспензионные культуры. 17. Подготовка и состав питательной среды 18. Приготовление посевного материала 19. Промышленное культивирование. 20. Выделение продуктов биотехнологического синтеза 21. Санитарные требования к производству биопрепаратов 22. Экологические требования к производству биопрепаратов. 23. Аппаратура для реализации биотехнологических процессов. Основные типы ферментационных аппаратов.
Тема 4.1	Промышленная биотехнология.		
Тема 4.2	Инженерная энзимология.		
Тема 4.3	Клеточная и тканевая инженерия.		
Тема 4.4	Генетическая инженерия.		
Раздел 5	Биофармация и биомедицина.	Устный опрос	<p>Вопросы к опросу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Биофармация. Вакцины и сыворотки. Векторные вакцины от коронавируса. 2. Биотехнология получения антибиотиков. 3. Энзимопатология и энзимодиагностика. Энзимотерапия. 4. Особенности культивирования клеток животных, получение вакцин медицинского назначения. 5. Иммуобилизованные клетки и их применение в биотехнологии. 6. Активная адресная доставка лекарственных средств. Основные типы направляющих лигандов для таргетной доставки лекарственных препаратов. 7. Применение ферментов в качестве лекарственных средств. 8. Клеточные биотехнологии и медицинские препараты.
Тема 5.1	Производство пептидных гормонов.		
Тема 5.2	Специфика производства вакцин. Иммунобиотехнология.		
Тема 5.3	Биомедицина.		

			9. Биосенсоры и биочипы. 10. Иммунобиотехнология. Вакцины. Сыворотки. Способы усиления иммунного ответа. 11. Пробиотики и нормофлоры. 12. Генодиагностика человека. Генетическая терапия
--	--	--	---

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Характеристика продуцентов, применяемых в биотехнологических производствах (антибиотики, интерфероны, аминокислоты).
2. Методы культивирования продуцентов, применяемые в фармацевтической промышленности.
3. Особенности культивирования клеток животных, получение вакцин медицинского назначения.
4. Биологически активные соединения из растений для лечения онкологических заболеваний.
5. Биотехнология вторичного метаболизма растительных клеток.
6. Получения классических эргоалкалоидов спорыньи биотехнологическими методами. Гормональная регуляция в системе гриб - растение.
7. Трансгенные растения и перспективы их использования в качестве источника фармацевтических препаратов.
8. Клеточная инженерия. Процессы каллусообразования.
9. Производство дрожжей на углеводсодержащих и целлюлозных субстратах
10. Производство аминокислот медицинского и пищевого назначения.
11. Особенности культивирования растительных клеток. Суспензионные культуры.
12. Методы получения моноклональных антител. Массовая наработка и их очистка. Основные направления применения.
13. Ферменты, применяемые в генно-инженерных проектах.
14. Особенности конструкции и типы биореакторов, применяемых в производстве биотехнологической продукции.
15. Биотехнология вторичного метаболизма растений
16. Лекарственные препараты, получаемые из культур клеток женьшеня, родиолы розовой, воробейника, стевии, наперстянки, табака и др.
17. Векторы, применяемые в генетической инженерии.
18. Методы получения рекомбинантных молекул ДНК. Отжиг и лигирование. Соединение тупых концов. Коннекторная техника.
19. Введение рекомбинантных ДНК в клетки реципиента. Идентификация клонов, содержащих чужеродный ген.
20. Культивирование отдельных клеток. Протопласты растительных клеток как объект биологического конструирования. Слияние протопластов и гибридизация соматических клеток.
21. Иммуноферментный анализ и его применение.
22. Иммуобилизованные клетки и их применение в биотехнологии.
23. Получение трансгенных организмов и вопросы биобезопасности.

24. Современная аппаратура для промышленной культивации микроорганизмов.
25. Методы генной инженерии для получения межвидовых гибридов.
26. Определение биотехнологии. Биологические системы. История развития биотехнологии. Основные направления развития биотехнологии.
27. Микроорганизмы, используемые в промышленности для получения целевых продуктов.
28. Биотехнология в решении экологических проблем. Биотехнология в добыче полезных ископаемых. Биотехнология в энергетике. Биотехнология в сельском хозяйстве.
29. Основные направления развития медицинской биотехнологии.
30. Основные объекты биотехнологии.
31. Ферменты. Биотехнологические функции.
32. Вирусы. Биотехнологические функции.
33. Бактерии. Размножение бактерий. Биотехнологические функции бактерий.
34. Водоросли. Биотехнологические функции водорослей.
35. Лишайники. Биотехнологические функции лишайников.
36. Грибы. Биотехнологические функции грибов.
37. Клеточная и тканевая биотехнология.
38. Первичные и вторичные метаболиты.
39. Биотехнология первичных метаболитов.
40. Биотехнологическое производство аминокислот.
41. Функции вторичных метаболитов.
42. Азотсодержащие вторичные метаболиты. Алкалоиды в медицине
43. Клеточная и тканевая инженерия растений.
44. Трансгенные растения.
45. Промышленный синтез вторичных метаболитов.
46. Инженерная энзимология.
47. Иммобилизация и ее использование в биотехнологическом производстве.
48. Технология получения ферментов биотехнологическими методами.
49. Иммобилизация клеток
50. Биосенсоры и биочипы.
51. Биотехнология получения антибиотиков.
52. Основные стадии биотехнологического процесса.
53. Подготовка и состав питательной среды.
54. Приготовление посевного материала.
55. Промышленное культивирование.
56. Выделение продуктов биотехнологического синтеза.
57. Санитарные требования к производству биопрепаратов.
58. Экологические требования к производству биопрепаратов.
59. Аппаратура для реализации биотехнологических процессов. Основные типы ферментационных аппаратов.
60. Хроматографические методы очистки в биотехнологических производствах.
61. Инженерная энзимология. Механизм действия ферментов.
62. Применение ферментов в биотехнологии. Имобилизованные ферменты.

63. Применение ферментов в качестве лекарственных средств.
64. Морфогенез в калусных тканях. Развитие многоклеточных организмов.
65. Дифференцировка.
66. Клеточные биотехнологии и медицинские препараты.
67. Биотехнология протопластов.
68. Культуры животных клеток и тканей.
69. Генная инженерия. Биотехнология рекомбинантных ДНК.
70. Определение нуклеотидной последовательности (секвенирование) ДНК.
71. Методы клонирования ДНК.
72. Векторные молекулы.
73. Основные этапы создания трансгенных организмов.
74. Биотехнология лекарственных средств на основе культур растительных клеток и тканей.
75. Иммунобиотехнология. Вакцины. Сыворотки. Способы усиления иммунного ответа.
76. Получение рекомбинантного инсулина.
77. Получение интерферонов.
78. Пробиотики и нормофлоры.
79. Энзимопатология и энзимодиагностика. Энзимотерапия.
80. Иммуоферментный анализ.
81. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР).
82. Генетическая инженерия растений.
83. Генномодифицированные растения для профилактики заболеваний.
84. Генетическая инженерия растений.
85. Создание генномодифицированных растений с улучшенными лечебно-диетическими свойствами.
86. Генетическая инженерия растений.
87. Трансгенные растения как биопродуценты белков медицинского назначения.
88. Генетическая инженерия животных. Генетическая трансформация соматических клеток животных.
89. Генетическая инженерия животных. Генетическая трансформация половых клеток животных.
90. Клонирование животных.
91. Генодиагностика человека. Генетическая терапия.
92. Методы обнаружения лекарственных средств природного происхождения. Воспроизведение биогенных веществ. Химическая модификация биологическиактивных соединений.
93. Генная терапия.
94. Основные направления поиска новых лекарственных средств.
95. Биологически активные соединения из растений.
96. Белковые биопрепараты.

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Предмет и задачи биотехнологии. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания.

2. Биотехнологические отрасли в России и в мире: типология и развитие.
3. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации.
4. Государственная политика в области развития биотехнологий.
5. Географическая сегментация мирового рынка биотехнологий по отраслям.
6. Текущее состояние инновационной инфраструктуры в секторе биотехнологий в России.
7. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология). Непрерывные процессы культивирования.
8. Биообъекты, применяемые в биотехнологическом производстве. Производственные функции биообъектов.
9. Классификация биообъектов по уровням организации.
10. Биотехнология как наука. Полидисциплинарность современных биотехнологий.
11. Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.
12. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические).
13. Особенности управления биотехнологическими процессами, уровни управления. Зависимость контроля и управления биотехнологическими процессами от особенностей производственных процессов.
14. Сырьевая база биотехнологии. Дорогое сырье, отходы пищевой промышленности и специально получаемое сырье для микробного синтеза.
15. Аппаратурное оснащение биотехнологических производств. Типы биореакторов.
16. Особенности взаимодействия клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов.
17. Малоотходные, ресурсо- и энергосберегающих технологии при создании современных биотехнологий.
18. Биологически активные добавки, Нутрицевтики, Парафармацевтики, Эубиотики.
19. Витамин В₁₂. Структура кобаламинов. Физико-химические свойства и физиологическая активность кобаламинов.
20. Штаммы, используемые для получения витамина В₁₂. Разработанная технология получения витамина В₁₂.
21. Отечественные и зарубежные промышленные производства витамина В₁₂: продуценты и выход витамина, используемые среды, условия культивирования.
22. Витамин В₂. Структура рибофламина. Физико-химические свойства и физиологическая активность рибофлавина.
23. Биотехнология витамина В₂. Продуценты и выход витамина, используемые среды, условия культивирования.
24. Основные достижения в получении аминокислот. Биосинтез аминокислот. Общие принципы. Промышленный биосинтез аминокислот.

25. Получение L-глутаминовой кислоты путем микробиологического синтеза.
 26. Получение D, L-метионина, L-лизина, L-треонина путем микробиологического синтеза.
 27. Получение L-аминокислот путем ферментативной трансформации.
 28. Культивирование животных клеток. Подготовка посевного материала.
- Проведение культивирования.
29. Культивирование клеток растений.
 30. Культивирование клеток высших грибов на жидких и твердых субстратах.
 31. Экстрагирование биологически активных веществ из высших грибов.
 32. Биологически активные добавки антиоксидантного действия, содержащие меланины. Меланины, их физико-химические свойства и биологическая активность.
 33. Биологически активные добавки иммуномодулирующего действия, содержащие бета-глюканы. Бета-глюканы, их физико-химические свойства и биологическая активность.
 34. Биологически активные добавки, влияющие на функции центральной нервной системы успокаивающего и тонизирующего действия.
 35. Биологически активные добавки, влияющие на мозговое и периферическое кровообращение улучшающие обмен веществ и нормализующие капиллярное кровообращение.
 36. Биологически активные добавки, поддерживающие функцию иммунной системы - способствующих нормализации функции иммунной системы.
 37. Биологически активные добавки, влияющие на энергетический обмен.
 38. Биологически активные добавки, влияющие на функции сердечно-сосудистой системы, поддерживающие функции сердечно-сосудистой системы.
 39. Биологически активные добавки, поддерживающие функцию органов дыхания, содержащие эфирные масла.
 40. Биологически активные добавки, поддерживающие функции органов пищеварения, способствующие нормализации и поддержанию микрофлоры кишечника.
 41. Биологически активные добавки, влияющие на функцию органа зрения.
 42. Генетически модифицированные микроорганизмы: экологическая безопасность и перспективы использования в составе биологически активных веществ.
 43. Основы молекулярной биотехнологии.
 44. Технология рекомбинантных ДНК. Ферменты рестрикции. Векторы.
 45. Химический синтез нуклеиновых кислот.
 46. Определение нуклеотидной последовательности (секвенирование ДНК). Ферментативный и химический пути.
 47. Полимеразная цепная реакция. ПЦР как инструмент в современной биотехнологии.
 48. Амплификация ДНК Гибридизация как высокочувствительный метод выявления специфических последовательностей нуклеотидов.
 49. Синтез и выделение продуктов, установление строения, изучение взаимосвязи между химическим строением и биологической активностью (биологической функцией) соединений.
 50. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.

51. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования.
52. Метаболизм микроорганизмов.
53. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов.
54. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.
55. Основы генной инженерии. 40. Механизм генных мутаций, генетический контроль.
56. Ферменты рестрикции и модификации.
57. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования.
58. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
59. Области применения современной биотехнологии.
60. Феноменологическое описание технологий.
61. Биоаналитические устройства и биосенсоры. Основные понятия и определения. Принцип работы биосенсора.
62. Классификация биосенсоров по типу преобразователя и биорецепторного элемента.
63. Иммуносенсоры. Производство биосенсоров на основе ферментов.
64. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований.
65. Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений.
66. Технологии генной инженерии растений.
67. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения.
68. Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и рыбоперерабатывающих производств).
69. Микробиологическое производство ферментных препаратов.
70. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана, биоконверсией органических отходов и растительного сырья. 58. Микробиологическое производство водорода.
71. Биотехнологические методы защиты окружающей среды (экологическая биотехнология).
72. Пенициллин и родственные антибиотики.
73. Особенности ферментов как биологических катализаторов. Классификация и номенклатура ферментов.
74. Активный центр. Механизм действия ферментов.
75. Каталитические свойства ферментов. Субстратная специфичность.
76. Методы определения активности и количества ферментов.
77. Способы регуляции работы ферментов: изменение абсолютного количества ферментов и каталитической активности ферментов.
78. Регуляция скорости синтеза и распада ферментов, превращение проферментов в активные формы.
79. Источники ферментов.

80. Химическая модификация, иммобилизация и стабилизация ферментов, иммобилизованные ферменты и клетки микроорганизмов как потенциальные биокатализаторы.

81. Водорастворимые витамины и микроэлементы – как кофакторы ферментов. Номенклатура и классификация.

82. Биоэнергетика и метаболизм.

83. Биоэнергетика.

84. Спиртовое и молочнокислое брожение.

85. Основные пути превращения липидов.

86. Синтез жирных кислот. Другие пути превращения жирных кислот и ацетил-КоА.

87. Основные пути превращения белков и аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Катаболизм аминокислот.

Описание критериев и шкал оценивания

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена обучающиеся оцениваются по четырёхбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» – выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «хорошо» – выставляется аспиранту, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы, в том числе при помощи наводящих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно, не владеет комплексной оценкой ситуации, неверно выбирает тактику действий.

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на

учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

Оценка «зачтено» – выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка «не зачтено» – выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Шкала оценивания (четырёхбалльная или двухбалльная), используемая в рамках текущего контроля успеваемости определяется преподавателем, исходя из целесообразности применения той или иной шкалы.

Если текущий контроль успеваемости и (или) промежуточная аттестация, предусматривает тестовые задания, то перевод результатов тестирования в четырёхбалльную шкалу осуществляется по схеме:

Оценка «Отлично» – 90-100% правильных ответов;

Оценка «Хорошо» – 80-89% правильных ответов;

Оценка «Удовлетворительно» – 71-79% правильных ответов;

Оценка «Неудовлетворительно» – 70% и менее правильных ответов.

Перевод результатов тестирования в двухбалльную шкалу:

Оценка «Зачтено» – 71-100% правильных ответов;

Оценка «Не зачтено» – 70% и менее правильных ответов.

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

Таблица 4

№ п/п	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Количество экземпляров
1	Курапов П.Б., Бахтенко Е.Ю., под общей редакцией В.П.Чехонина. Медицинская нанобиотехнология. [учебник] - Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2021	250
2	Курапов П.Б., Бахтенко Е.Ю., под общей редакцией В.П.Чехонина. Биотехнология. [учебник] - Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2019	100
3	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 1: Основы биохимии. Строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012	5
4	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014	5
5	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 3: Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015	5
6	Биохимия [Текст]: [учеб. для мед. вузов] / под ред. Е. С. Северина; [Л. В. Авдеева, Т. Л. Алейникова, Л. Е. Андрианова и др.]. - 5-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009	5
7	Биохимия [Электронный ресурс] / под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 768 с.: ил.- URL: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp	Удаленный доступ

6	Глик, Б. Молекулярная биотехнология: Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак; пер. с англ.: Н. В. Баскаковой [и др.], под ред. Н. К. Янковского — М.: Мир, 2002 — 589 с.	7
7	Луканин А.В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств / Луканин А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 312 с.	Удаленный доступ
8	О. Н. Чечина, Общая биотехнология [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва: Юрайт, 2020. https://urait.ru/bcode/466238 . Режим доступа: по подписке РНИМУ.	Удаленный доступ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru/>, на котором содержатся сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к Автоматизированной системе подготовки кадров высшей квалификации (далее – АСПКВК);

2. ЭБС РНИМУ им. Н.И. Пирогова – Электронная библиотечная система;
3. ЭБС IPRbooks – Электронно-библиотечная система;
4. ЭБС Айбукс – Электронно-библиотечная система;
5. ЭБС Букап – Электронно-библиотечная система;
6. ЭБС Лань – Электронно-библиотечная система;
7. ЭБС Юрайт – Электронно-библиотечная система.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> – Консультант студента, компьютерная справочная правовая система в РФ;
2. <https://www.garant.ru> – Гарант.ру, справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации;
3. <http://con-med.ru/about> – профессиональный информационный ресурс для специалистов в области здравоохранения;
4. <http://femb.ru> – сайт Федеральная электронная медицинская библиотека;
5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/> – ресурс для поиска литературы по биомедицине и наукам о жизни PubMed;
6. <http://www.scsml.rssi.ru> – национальный библиотечный ресурс России по медицине и фармации: Центральная научная медицинская библиотека;
7. <http://www.rsl.ru> – сайт Российской государственной библиотеки;
8. <http://www.gpntb.ru> – сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки;
9. <http://www.spsl.nsc.ru> – сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки сибирского отделения Российской академии наук;
10. <http://www.rosmedic.ru> – Российский Медицинский Информационный ресурс;
11. <http://www.nlr.ru> – сайт Российской национальной библиотеки.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Мультимедиа-проектор Проекционный экран Ноутбук Компьютеры персональный Учебно-наглядные пособия: набор таблиц и слайдов Спектрофотометр, лабораторные центрифуги, вытяжные шкафы, системы хроматографии (тонкослойной и колоночной), системы электрофореза в геле Bio-Rad, электронные рН-метры, электронные весы, холодильники, дистиллятор, автоматические пипетки
2	Помещения для самостоятельной работы (Библиотека, в том числе читальный зал)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде РНИМУ.

Программное обеспечение

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10 Microsoft Windows 7,10, 11;
- MS Office 2013, 2016, 2019, 2021;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer;
- Ubuntu 20.04;
- Astra Linux;
- Debian.

9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

Основными формами получения и закрепления знаний по данной дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

Учебный материал по дисциплине разделен на разделы:

Раздел 1. Введение. Краткая история биотехнологии.

Раздел 2. Биотехнология первичных метаболитов. Биотрансформация (биоconversion).

Раздел 3. Вторичные метаболиты.

Раздел 4. Частная биотехнология.

Раздел 5. Биофармация и биомедицина.

Изучение дисциплины согласно учебному плану предполагает самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, её конспектирование, подготовку к семинарским (практическим) занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок.

Наличие в Университете электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину инвалидам и лицам с ОВЗ.

Особенности изучения дисциплины инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю)

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям) – вопросы для обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины.

При проведении занятий лекционного и семинарского типа, в том числе в форме вебинаров и on-line курсов необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины, приведенного в разделе 4 данного документа. Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения.

Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить литературу, список которой приведен в разделе 7 данной рабочей программы дисциплины и иные источники, рекомендованные в подразделах «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и «Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем», необходимых для изучения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок, с которыми необходимо ознакомить обучающихся на первом занятии.