



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУК О ЖИЗНИ И БИОМЕДИЦИНЫ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
(ФИО)  
«20» декабря 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор выпускающего структурного подразделения  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
(И.О. Фамилия)  
«20» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Биоинженерия**

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

Образовательная программа по профилю «Молекулярная биотехнология»

**Форма подготовки: очная**

курс 4 семестр 7  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы – час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
самостоятельная работа 90 час.  
в том числе на подготовку к экзамену – час  
зачет 7 семестр  
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 **Биотехнология**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021г. №736.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии протокол от «20» декабря 2021 г. № 1

Директор департамента  
медицинской биологии и биотехнологии канд. биол. наук В.В. Кумейко  
Составитель канд. биол. наук, доцент М.Т. Ханды

Владивосток  
2021

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса: освоения дисциплины «Биоинженерия» состоит в том, чтобы ознакомить студента с основными достижениями в сфере биоинженерии, обрисовать спектр применяемых современных технологий и указать перспективы развития этой области знаний и практических навыков.

Задачи курса: формирование современных представлений о новейших направлениях развития биотехнологии; курс охватывает весь комплекс вопросов, связанных с технологическими процессами, основанными на использовании живых систем (модифицированных микроорганизмов, культур клеток растительных и животных тканей и т. д.).

В результате изучения данной дисциплины у выпускников формируются следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-4 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне
		ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга
		ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма
		ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом
научно-исследовательский	ПК-5 Способность разрабатывать компьютерные методы, направленные на	ПК-5.1 Использует вычислительные системы и инструменты для решения биологических задач
		ПК-5.2 Применяет современные

	получение, анализ, хранение, организацию и визуализацию биологических данных	информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач
		ПК-5.3 Применяет современные методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне	<b>Знает:</b> - структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне
	<b>Умеет</b> - проводить экспериментальные исследования по выделению и анализу генетической информации
	<b>Владеет:</b> - методами выделения ДНК, РНК - методами транскриптомного анализа
ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга	<b>Знает</b> - основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга
	<b>Умеет</b> - анализировать данные по тематике в современной литературе
	<b>Владеет:</b> - основами современной протеомики
ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	<b>Знает:</b> –основные понятия и законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; –биотехнологические аспекты, используемые в биотехнологии; –объекты биотехнологии и их биотехнологические функции, принципы культивирования клеток; –сущность методов молекулярной генетики; этапы выделения целевых продуктов
	<b>Умеет:</b> –проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, пользоваться математической обработкой экспериментальных данных; –пользоваться языком молекулярной биотехнологии; выбирать биологические объекты
	<b>Владеет:</b>

	<p>основами биотехнологии, основными законами естественнонаучных дисциплин в биотехнологии, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
<p>ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы биоинформатики, применяемые в практике методы программирования;</li> <li>– особенности разработки алгоритмов анализа биологических данных большого объема;</li> <li>– последние достижения и новые разработки в области биоинформатики;</li> <li>– химию и физику нуклеиновых кислот и белков;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков, и другой биологической информации;</li> <li>– разрабатывать новые программы, используемые для решения задач в области биоинформатики;</li> <li>– модифицировать известные, и создавать специализированные и общедоступные биоинформационные сайты;</li> <li>– интерпретировать различные типы биологических данных;</li> <li>– использовать современное научное оборудование в профессиональной области;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с биоинформационными ресурсами;</li> <li>– методами разработки программного обеспечения для управления и быстрого доступа к биологическим данным;</li> <li>– методами молекулярного моделирования различных биологических объектов и изучения динамики макромолекул;</li> <li>– создание и сопровождение специализированных баз данных.</li> </ul>
<p>ПК-5.1 Использует вычислительные системы и инструменты для решения биологических задач</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков.</li> </ul>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с базами данных</li> </ul>
	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами транскриптомного анализа</li> </ul>
<p>ПК-5.2 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков.</li> </ul>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать экспериментальные данные с применением информационных технологий и специализированных программ</li> </ul>
	<p><b>Владеет:</b></p>

	- методами транскриптомного анализа
ПК-5.3 Применяет современные методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> - инструменты анализа данных - базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков.
	<b>Умеет:</b> - находить и анализировать научно-техническую информацию в своей области знаний - интерпретировать результаты экспериментальных данных
	<b>Владеет:</b> - методами статистической обработки данных - методами визуализации схемы эксперимента, иллюстрации научных статей

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
в том числе ОК	Онлайн-курс
	И прочие виды работ

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Предмет биотехнологии.	7	2	0	2		90		

	Введение в биотехнологию и биомедицину.								
2	Искусственные генетические системы. Технология рекомбинантных днк и экспрессия рекомбинантных генов	7	10	0	22				
3	Биомедицина	7	6	0	12				
	Итого:	7	18	0	36	0	90		Зачет

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

#### **Лекции (18 часов)**

**Лекция 1. Биомедицинская инженерия.** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-беседа)

История становления и развития инженерных направлений в биологии и медицине. Цели и задачи биоинженерии. Биомиметика как ключевой подход в биоинженерии. Актуальные направления и перспективы развития биоинженерии.

**Проблемные вопросы лекции:** Нерешенные актуальные проблемы современной медицины и возможные пути их решения методами биоинженерии

**Лекция 2. Биомиметика.** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Бионика – прикладная область о применении в технических устройствах и системах принципов организации живых систем. Кибернетика. Моделирование живых организмов. Применение бионики в медицине и инженерии.

Биомеханика. Протезирование. Эндопротезирование и протезирование конечностей и других частей тела. Материалы, применяемые в протезировании. Остеоинтеграция. Нейропротезирование.

Биодизайн – промышленный и художественный дизайн, вдохновленный бионикой. «Био-тек» против «хай-тека».

**Проблемные вопросы лекции:** Соотношение понятий биомиметика, бионика и биоинженерия – разные области или разные имена для одной сферы деятельности?

**Лекция 3-4. Генная инженерия. Технология рекомбинантных ДНК** (4 часа) (с использованием методов активного обучения: лекция-визуализация, лекция-беседа)

Предпосылки становления генной инженерии – утверждение Центральной догмы молекулярной биологии как одного из ключевых

постулатов современных естественных наук. История появления и развития генной инженерии. Появление и развитие технологий рекомбинантной ДНК. Векторы. Молекулярное клонирование. Генная терапия человека. Развитие технологии CRISPR-Cas9.

**Проблемные вопросы лекции:** Необратимость перехода промышленности, сельского хозяйства, медицины и общества в эру биотехнологии

**Лекция 5-6. Тканевая инженерия и трансплантология.** (4 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Принципы дифференциальной экспрессии генов. Стволовые клетки. Понятие о межклеточном матриксе и клеточном микроокружении. Ниши стволовых и раковых клеток. Клеточный сигналинг. Индуцированные стволовые клетки. Клеточные и тканевые технологии. Понятие о биополимерах. Биосовместимые материалы. Выращивание органов, 3D-биопечать.

Основы трансплантологии. Преодоление иммунного ответа и отторжения органов.

**Проблемные вопросы лекции:** Исторические заблуждения и просчеты: «эликсир молодости из стволовых клеток» – правда, мошенничество или бомба с часовым механизмом?

**Лекция 7. Биоинформатика** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Биоинформатика как важнейший подход к обработке медицинских и биологических данных в современной науке. «Сухая биология» vs. «Мокрая биология». Краткая история развития и становления биоинформатики. Принципы сбора, хранения и извлечения данных в информационных сетях. Биоинформатика последовательностей. Структурная биоинформатика. Drug-дизайн, направленная разработка лекарственных средств.

**Проблемные вопросы лекции:** Кто лучше справится с задачами биоинформатики – медик или программист?

**Лекция 8. Биоинженерия процессов и биохимическая инженерия.** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Ферментативные процессы, кинетика химических реакций. Биокатализ, биоэнергетика (энергетические процессы в живых системах). Совершенные и лучшие-чем-совершенные ферменты. Дизайн биохимических процессов, разработка биохимических реакторов. Биотехнологии в пищевой индустрии. Генномодифицированные микроорганизмы в химическом, фармацевтическом и пищевом производстве. Биodeградация загрязняющих веществ.

**Лекция 9. Разработка научного и промышленного оборудования в биомедицине.** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

Экологичность и эффективность как ключевые принципы дизайна биомедицинского оборудования. Концепции «lab-on-a-chip», «multiplex», «high-throughput screening» – многопоточные и высокопроизводительные технологии. Технология микрочипов (microarray). Автоматизация процессов. Разработка стандартов и требований к представлению результатов научных экспериментов. Интеграция принципов и методов биоинформатики в принципы получения и обработки данных современного биомедицинского оборудования

**Проблемные вопросы лекции:** Борьба принципов унификации и стандартизации против ноу-хау на примере разнородности технологий секвенирования следующего поколения (NGS).

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **Практические занятия (36 часов)**

**Практическое занятие (семинар) 1. Биомедицинская инженерия.** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-прессконференция)

Основные нерешенные проблемы и задачи биотехнологии и медицины. Предлагаемые решения, перспективы и актуальные трудности.

1. Нерешенные задачи современной биологии: проблема старения
2. Нерешенные задачи современной медицины: неизлечимые заболевания
3. Актуальные задачи современной медицины: проблема аллергии
4. Применение генетически модифицированных микроорганизмов в медицине и фармацевтике (биофармацевтика)
5. Бионика (биомиметика)
6. Применение биотехнологий в производстве продуктов питания (кисломолочная продукция, спиртные напитки, и т.д.)
7. Применение биотехнологий в сельском хозяйстве: генетически модифицированные организмы
8. Перспективы биотехнологий: биodeградация загрязняющих веществ при помощи микроорганизмов
9. Перспективы биотехнологий: производство биотоплива и биогаза
10. Генная терапия: технология и перспективы ее применения.

**Практическое занятие (семинар) 2-3. Бионика и протезирование** (4 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-прессконференция)

Биомеханика. Механика движения тела, человек как кинетическая система. Компьютерное моделирование движений человека и животных.

Протезирование конечностей. Современные материалы в протезировании. Биосовместимость, остеоинтеграция.

Нейроинтеграция. Основные принципы функционирования нервной системы. Нейропротезирование – моторное и сенсорное. Протезирование органов чувств.

Интеграция человека и компьютера: киборги – научно-фантастический вымысел или реальность? («Киберпанк» который нам нужен).

**Практическое занятие 4. Технология рекомбинантных ДНК (часть 1)** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Методы молекулярного клонирования. Технология плазмидной ДНК. Реакции рестрикции, технология рестриктаз. Карты рестрикции. Работа с картами плазмид и программным обеспечением для просмотра плазмид. Линеаризация и лигирование плазмид. Липкие и тупые концы. Терминальные нуклеотид-трансферазы.

**Практическое занятие 5. Технология рекомбинантных ДНК (часть 2)** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Создание генно-модифицированных микроорганизмов. Трансформация. Культивирование бактерий. Селекция модифицированных микроорганизмов: селекция устойчивостью к антибиотикам, бело-голубой скрининг.

**Практическое занятие 6. Технология рекомбинантных ДНК (часть 3)** (2 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Полимеразная цепная реакция. Теория и технология ПЦР. Разновидности ПЦР. Полимеразы – разнообразие и принципы действия. Разработка новых видов полимераз.

**Практическое занятие (семинар) 7-8. Технология рекомбинантных ДНК (часть 4)** (4 часа) (с использованием методов активного обучения: семинар-практикум, развернутая беседа)

Трансфекция эукариотических клеток. Различные способы доставки векторов в клетку – электропорация, тепловой шок, липидные реагенты и липосомы. Вирусные векторы. Космиды. Искусственные хромосомы бактерий, дрожжей и человека. Генная терапия. Технология CRISPR-Cas9. Использование *Agrobacterium* для модификации растений.

**Практическое занятие 9-10. Биоинформатика. Доступ в архивы научной информации** (4 часа) (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Доступ в архивы научной информации. Базы данных последовательностей нуклеиновых кислот. Геномные базы данных. Протеомные базы данных. Базы данных последовательностей белков. Базы данных структур. Базы данных по экспрессии и протеомике. Банки данных метаболических путей. Базы данных по трансдукции сигналов. Основные базы данных по научной литературе и системы доступа в них. Базы по цитированию академической литературы.

**Практическое занятие 11-12. Биоинформатика. Работа с последовательностями биологических молекул (4 часа)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Динамическое программирование. Построение и использование точечных матриц сходства. Алгоритмы выравнивания последовательностей. Программы для построения точечных матриц сходства. Программы для множественного выравнивания аминокислотных и нуклеотидных последовательностей по базам данных. BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Работа в GeneBank и интегрированных БД.

Секвенирование ДНК. Секвенирование по Сэнгеру и высокопроизводительное секвенирование. Полногеномное секвенирование. Сборка последовательностей.

**Практическое занятие 13-14. Структурная биоинформатика и протеомика (4 часа)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Формирование белками трехмерной структуры, фолдинг (сворачивание белков). Первичная структура белков и вторичная структура белков. Третичная и четвертичная структура белков. Стабилизация третичной структуры белков: гидрофобность и гидрофильность. Стабильность структуры белков. Изоформы белков. Графические представления для описания разрешенных конформаций основной цепи. Структурные выравнивания. Предсказание и моделирование трехмерной структуры белков. Моделирование по гомологии. Распознавание паттерна фолдинга. Вычисление конформационной энергии и молекулярная динамика. Предсказание функций белка.

Drug-дизайн. Открытие разработка лекарств (drug discovery и drug development). Практические и юридические аспекты разработки и внедрения лекарств.

**Практическое занятие 15-16. Клеточные и тканевые технологии. (4 часа)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

Стволовые клетки. Технология клеточных культур. Работа со стволовыми и раковыми клетками. Виды клеточных сред, применение внеклеточного матрикса. Биосовместимые, биodeградируемые материалы. 3D-биопечать. Разработка внеклеточного матрикса для нужд трансплантологии и терапии раковых опухолей.

**Практическое занятие 17-18 (семинар). Принципы разработки научного и промышленного оборудования в биомедицине. (4 часа) (семинар пресс-конференция)**

Экологичность и эффективность как ключевые принципы дизайна биомедицинского оборудования. Концепции «lab-on-a-chip», «multiplex», «high-throughput screening» – многопоточные и высокопроизводительные технологии. Технология микрочипов (microarray). Автоматизация процессов. Разработка стандартов и требований к представлению результатов научных экспериментов. Интеграция принципов и методов биоинформатики в принципы получения и обработки данных современного биомедицинского оборудования.

**Самостоятельная работа студентов** состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания докладов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций.

Преподаватель предлагает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

#### **Задания для самостоятельного выполнения**

1. Написание реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем.
2. Подготовка презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	2 неделя	Работа с литературой и конспектами лекций	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
2	3 неделя	Работа с литературой и конспектами лекций,	5 часов	Работа на практическом

		подготовка к контрольной работе		занятия, устный ответ, контрольная работа
3	4 неделя	Подготовка к семинару Контрольной работе	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ, контрольная работа
4	5 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к практическим занятиям	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
5	6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к практическим занятиям	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
6	7 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к практическим занятиям	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
7	8 неделя	Подготовка к семинару, контрольной работе	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ, контрольная работа
8	9 неделя	Подготовка к коллоквиуму	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ. тестирование
9	10 неделя	Подготовка к семинару Работа с литературой и конспектом лекций	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
10	11 неделя	Подготовка к коллоквиуму	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ. тестирование
11	12 неделя	Подготовка к семинару Работа с литературой и конспектом лекций	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
12	13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к практическим занятиям	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
13	14 неделя	Подготовка к семинару, контрольной работе Работа с литературой и конспектом лекций	2 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ, контрольная работа
14	15 неделя	Работа с литературой и конспектами лекций.	5 часов	Работа на практическом

		Подготовка к практическому занятию.		занятия, устный ответ
15	16 неделя	Работа с литературой и конспектами лекций. Подготовка к практическому занятию.	5 часов	Работа на практическом занятии, устный ответ
16	17 неделя	Подготовка к сдаче зачета	15 часов	Зачет
ИТОГО			90 час	

Самостоятельная работа включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций,
- 2) подготовку к практическим занятиям,
- 3) подготовку к тестированию и контрольному собеседованию (зачету),
- 4) работу с микропрепаратами в лаборатории.

5. Порядок выполнения самостоятельной работы студентами определен планом-графиком выполнения самостоятельной работы по дисциплине (см. ниже)

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных занятий, устных опросов, собеседований и контрольных работ, в том числе путем тестирования

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины вытекают из тематического содержания дисциплины.

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических работ (устный опрос), проверки домашних заданий и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме зачета

### **Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание №1:** Составление и организация тематической персональной базы данных по научной литературе в программе-менеджере цитирования (программе-библиотекаре).

Студентам предлагается составить свою собственную базу данных по научной литературе из 20 (или большего количества) записей в одной из

программ-библиотекарей (reference management software). По умолчанию предлагается воспользоваться программой Mendeley.

### **Методические указания по выполнению домашнего задания №1**

Необходимые для выполнения данного домашнего задания навыки студенты получают на практических занятиях, где на ряде примеров демонстрируются порядок работы и функционал соответствующих программ. Для использования программы Mendeley необходимо зарегистрироваться на сайте <http://www.mendeley.com/>, скачать и установить программу (бесплатно).

Поиск литературы по тематике можно производить в основных базах данных по научной литературе биологического направления, например, MEDLINE через PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Scopus (<http://www.scopus.com/>) или Web of Science (<http://wokinfo.com/>). Доступ к поиску в базах Scopus и Web of Science является несвободным (по подписке) и может быть осуществлен с компьютеров ДВФУ или при подключении через сеть Университета. Доступ в MEDLINE является свободным.

Наиболее простой способ добавления статей в базу Mendeley возможен при установке официального дополнения для web-браузера, которое добавляет кнопку на панель закладок (<http://www.mendeley.com/import/>). Рекомендуется использовать для этого браузеры Mozilla Firefox или Google Chrome. В результате локально установленная копия Mendeley получает интеграцию с главнейшими сайтами издательств, баз данных и поисковых систем по научной литературе (Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed, Springer и др.). При нахождении требуемой статьи нужно открыть ее карточку в отдельной вкладке/окне и нажать кнопку дополнения Mendeley на панели закладок браузера. В результате в Mendeley будет создана индивидуальная карточка статьи со всей библиографической информацией о статье.

**Задание №2:** Идентификация предложенных аминокислотных или нуклеотидных последовательностей путем выравнивания.

Студентам предлагаются нуклеотидные или аминокислотные последовательности; требуется определить, какому гену или белку они принадлежат с наибольшей вероятностью. Также требуется указать, какому организму принадлежит данная последовательность, и какие последовательности наиболее гомологичны данной. В предложенные сиквенсы может быть случайным образом внесён ряд замен, делеций или вставок.

Примеры последовательностей для идентификации:

```
gccttcaggtggcagccgtcagggcaccgggcttcggcgacaaccgcaaggcacccctca  
FAGKQLEDGRTLSDYNIQKESTLHLVLRRLRGGVIEPSLRILAQKYNQDKQICRKCYAR  
tttggcctcagctcgctgccttcgctcaagagcagtgcttggcccaaccatctcccttatccagggtttgacaac  
MRITLKVGGQPVTFLVDTGAQHSLVTQNAAPGPLSDKSAWVQGATGGKRYRWTTRDRK  
VHLATGKVTHSFLHVPDCPYPLLGGRDLLTKLKAQIHFEKSGWQVVGPMGQPLQWLTL  
NIEDEYRLH
```

### **Методические указания по выполнению домашнего задания №2.**

Для проведения выравнивания полученной последовательности с другими из генного банка нужно воспользоваться программой BLAST (Basic Local Alignment Search Tool, <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Необходимо выбрать нужную разновидность программы, соответствующую полученной последовательности (аминокислотной или нуклеотидной, blastp или blastn соответственно). Также требуется применить разные алгоритмы для выравнивания и сравнить полученный результат, что может быть необходимо в том случае, если студентом была получена последовательность с достаточно большим количеством замен. Результат работы студент представляет в виде копии графического представления элайнмента, построенного программой BLAST с указанием гена/белка с которым было произведено выравнивание и его принадлежности, а также идентификационный номер последовательности в базах данных NCBI. Таким образом нужно выбрать пять первых записей из выдачи BLAST (с наибольшим количеством очков выравнивания). При этом необходимо опустить записи, помеченные как «Predicted» (предсказанные), которые представляют собой открытые рамки считывания, предсказанные по результатам анализа сиквенса всего генома организма, в связи с чем эти последовательности могут оказаться псевдогенами.

**Задание №3:** Составление филогенетического дерева для предложенных нуклеотидных последовательностей при помощи программных средств.

Студентам требуется построить филогенетическое дерево для предложенных нуклеотидных последовательностей. Примеры нуклеотидных последовательностей приведены ниже:

```
AGGGTGGCCTAAATGTGCCTCACACGTTACCCGATATCGATAATCGCAC  
CGGGTGGCCTAGGCGTGCCTCACACGTTGCCCGATATCGATAATCGCC  
AGGTTGGCCTAAATGTGCCCCACGTTACCCGATATCGATAATCGCAC  
CGGGTGGCCTAGGCGTGCCTCACACGTTGCCCGATATCGATAATCGCAC  
AGCGTGGCCTAATGTGCCTCACACTTACGCGATATCGATAATCGAC  
ACCGTGGCCAAAGGTGCCTCACTCATACGCGATAGTGATTATCGCAC
```

ACCGTGGCCAACGGTGTTTCTCACTCGGACGCGATAGTGATTATCGCAC

### Методические указания по выполнению домашнего задания №3:

Для построения дерева студентам предлагается рассчитать дистанции при помощи эволюционных моделей, например, модели Таджимы-Неи или модели Кимуры, после чего построить эволюционное дерево, воспользовавшись методом максимальной экономии (maximum parsimony) и оценить достоверность построения методом бутстрэп анализа. В качестве программного средства для построения и визуализации филогенетического дерева предлагается воспользоваться программой MEGA, однако могут быть использованы и другие программы.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Предмет биотехнологии. Введение в биотехнологию и биомедицину.	ПК -4.3. Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма ПК-4.1 Изучает структуру и функции	Знает: –основные понятия и законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; –биотехнологические аспекты, используемые в биотехнологии; –объекты биотехнологии и их биотехнологические функции, принципы культивирования клеток; –сущность методов молекулярной генетики; этапы выделения целевых продуктов - структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне - основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции,	Практические занятия	Тестирование

		<p>биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне</p> <p>ПК-4.2</p> <p>Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга</p>	<p>рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, пользоваться математической обработкой экспериментальных данных;</li> <li>–пользоваться языком молекулярной биотехнологии;</li> </ul> <p>выбирать биологические объекты</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить экспериментальные исследования по выделению и анализу генетической информации</li> <li>- анализировать данные по тематике в современной литературе</li> </ul> <p>Владеет:</p> <p>основами биотехнологии, основными законами естественнонаучных дисциплин в биотехнологии, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выделения ДНК, РНК</li> <li>- методами транскриптного анализа-основами современной протеомики</li> </ul>		
2	Искусственные генетические системы. Технология рекомбинантных днк и экспрессия рекомбинантных генов	<p>ПК -4.4.</p> <p>Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом</p> <p>ПК-5.1</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы биоинформатики, применяемые в практике методы программирования;</li> <li>– особенности разработки алгоритмов анализа биологических данных большого объема;</li> <li>– последние достижения и новые разработки в области биоинформатики;</li> <li>– химию и физику нуклеиновых кислот и белков;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических путей</li> </ul>	Практические знания	Тестируемое
3	Биомедицина			Практика	Тестируемое

		<p>Использует вычислительные системы и инструменты для решения биологических задач ПК-5.2 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач ПК-5.3 Применяет современные методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности</p>	<p>синтеза, белков. - инструменты анализа данных - базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков. - инструменты анализа данных - базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков. Уметь: – получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков, и другой биологической информации; – разрабатывать новые программы, используемые для решения задач в области биоинформатики; – модифицировать известные, и создавать специализированные и общедоступные биоинформационные сайты; – интерпретировать различные типы биологических данных; – использовать современное научное оборудование в профессиональной области; работать с базами данных анализировать экспериментальные данные с применением информационных технологий и специализированных программ находить и анализировать научно-техническую информацию в своей области знаний - интерпретировать результаты экспериментальных данных Владеть: – навыками работы с биоинформационными ресурсами; – методами разработки программного обеспечения для управления и быстрого доступа к биологическим данным; – методами молекулярного моделирования различных биологических объектов и изучения динамики макромолекул; – создание и сопровождение специализированных баз данных. - методами транскриптного анализа методами статистической обработки данных</p>	<p>че ск ие за ня ти я</p>	
--	--	--	---	--	--

			- методами визуализации схемы эксперимента, иллюстрации научных статей		
--	--	--	--	--	--

## VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Приходько, Н.А. Основы биоинженерии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Приходько Н.А., Есимова А.М., Надирова Ж.К. – Электрон. текстовые данные. – Алматы: Нур-Принт, 2014. – 146 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69157.html>. – ЭБС «IPRbooks»

2. Андрианов, А.М. Конформационный анализ белков [Электронный ресурс]: теория и приложения / А.М. Андрианов. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 531 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29465.html>

3. Генетические основы селекции растений. Том 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия [Электронный ресурс]/ В.С. Анохина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 490 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29441.html>. – ЭБС «IPRbooks»

4. Долгих, С.Г. Учебное пособие по генной инженерии в биотехнологии растений [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Г. Долгих. – Электрон. текстовые данные. – Алматы: Нур-Принт, 2014. – 141 с. <http://www.iprbookshop.ru/67169.html>

5. Рубин, А.Б. Нанобиотехнологии: практикум / А.М. Абатурова, Д.В. Багров, А.А. Байжуманов [и др.] – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 384 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668224&theme=FEFU>

6. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия [Электронный ресурс]: учебно-справочное пособие / С.Н. Щелкунов. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. – 514 с. <http://www.iprbookshop.ru/65273.html>

### Дополнительная литература

*(печатные и электронные издания)*

1. Online Resource Centre: Lesk: Introduction to Bioinformatics (страница вспомогательных ресурсов к книге Артура Леска «Введение в биоинформатику») // Internet: <http://global.oup.com/uk/orc/biosciences/bioinf/leskbioinf3e/>

2. Бионика. Биокibernетика. Биоинженерия. Т.2. Основы теории возбудимых сред / Под ред. А.А.Ничипорович. – М.: Изд-во ВИНТИ, 1977. – 106 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:118494&theme=FEFU>

3. Игнасимуту, С. Основы биоинформатики [Электронный ресурс] / Игнасимуту С. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Ижевск: Регулярная

и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007. – 324 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16582.html>. – ЭБС «IPRbooks»

4. Каретин, Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов / Ю.А. Каретин. – Владивосток. – Изд-во Дальневосточного университета, 2008. – 259 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:262992&theme=FEFU>

5. Картавец, Ю.Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика учебное пособие для вузов. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2009. – 277 с. Режим доступа: <http://ini-fb.dvgu.ru/scripts/refget.php?ref=/ukazatel/kartavtsev/kartavtsev54.pdf>

6. Леск, А. Введение в биоинформатику (пер. с англ.), 2-е издание. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. – 318 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797691&theme=FEFU>

7. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. Учебное пособие. – М.: Бином, 2009. 256 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299205&theme=FEFU>

8. Нанобиотехнологии: практикум / А.М. Абатурова, Д.В. Багров, А.А. Байжуманов [ и др. ] ; под ред. А.Б. Рубина. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 384 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668224&theme=FEFU>

9. Основы биохимической инженерии в 2 ч.: ч. 1 / Дж. Бейли, Д. Оллис; пер. с англ. А. А. Кирюшкина. – Москва: Мир, 1989. – 692 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:26812&theme=FEFU>

10. Основы биохимической инженерии в 2 ч.: ч. 2 / Д. Оллис, пер. с англ. А.А. Кирюшкина. – Москва: Мир, 1989. – 590 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:26813&theme=FEFU>

11. Спиринов, А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. Учебник для вузов по биологическим специальностям. – М: Академия, 2011. – 498 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669007&theme=FEFU>

12. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / К. Уилсон, Дж Уолкер; пер. с англ. Т.П. Мосолова, Е.Ю. Бозелек-Решетняк. – М.: Бином, 2012. – 848 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:705602&theme=FEFU>

13. Федоренко, Б.Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств: учебник для вузов // Санкт-Петербург: Профессия, 2016. – 616 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:834295&theme=FEFU>

14. Хаубольд, Б. Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход / Б. Хаубольд, Т. Вие; пер. с англ. С.В. Чудов. – М.: Изд-во Института компьютерных исследований «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 455 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:673149&theme=FEFU>

15. Царик, Г.Н. Информатика и медицинская статистика / В.М. Ивойлов, И.А. Полянская. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 302 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:842407&theme=FEFU>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека
2. <http://molbiol.ru/> – информационный ресурс по молекулярной биологии
3. <http://macroevolution.narod.ru/> – электронный ресурс по эволюционной биологии.
4. <http://science.km.ru/> – электронный ресурс по разным разделам биологии
5. <http://elementy.ru/> – информационно-познавательный ресурс, посвященный естественным наукам.
6. <http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks.
7. <http://znanium.com/> – ЭБС «Znanium».
8. <https://nplus1.ru/> – N+1, научно-популярное интернет-издание о науке, технике и технологиях
9. <http://antropogenez.ru/> – научно-популярный информационный ресурс об эволюции человека
10. <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/basic?sid=851485f8-6200-4b3e-aaab-df4ba7be3576@sessionmgr4008&vid=1&tid=2003EB> – коллекция книг по различным разделам из базы данных EBSCOhost.
11. <http://rosalind.info/problems/locations/> – ресурс для самостоятельного изучения биоинформатики Rosalind.
12. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> – сайт Национального Центра Биомедицинской Информации NCBI.
13. <http://www.mendeley.com/> – *Mendeley*: Free reference manager and PDF organizer; программа-библиотекарь.
14. <http://www.ebi.ac.uk> – сайт Европейского института биоинформатики
15. <http://www.scopus.com> – библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus
16. <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/> библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение,	Перечень программного обеспечения
--	-----------------------------------

количество рабочих мест	
Компьютерный класс Школы биомедицины ауд. М723, 15 рабочих мест	Microsoft Office Professional Plus 2013 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 16.04 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; AutoCAD Electrical 2015 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; ESET Endpoint Security 5 – комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии; WinDjView 2.0.2 – программа для распознавания и просмотра файлов с одноименным форматом DJV и DjVu; SolidWorks 2016 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства Компас-3D LT V12 – трёхмерная система моделирования Notepad++ 6.68 – текстовый редактор

## VIII.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Биоинженерия» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания, включающие в себя активные методы обучения: лекция, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, тестирование, самостоятельная работа студентов.

### Лекции

**Лекция** – основная активная форма проведения аудиторных занятий, разъяснение основополагающих и наиболее трудных теоретических разделов молекулярной биологии и теории генной инженерии, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента и особенно важна для освоения предмета. Лекция всегда должна носить познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать главную информацию, желательно собственными формулировками, что позволяет лучше запомнить материал. Конспект является полезным в том случае, когда он пишется студентом самостоятельно.

В лекции преподаватель дает лишь небольшую долю материала по тем или другим темам, которые излагаются в учебниках. Кроме того,

преподаватель информирует студентов о том, какие дополнительные сведения могут быть получены по обсуждаемым темам, и из каких источников. Поэтому при работе с конспектом лекций всегда необходимо использовать основные учебники, дополнительную литературу и другие рекомендованные источники по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

Для изложения лекционного курса по дисциплине «Биоинженерия» в качестве форм активного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, которые строятся на базе знаний, полученных студентами в рамках предшествующих курсу предметов. Для иллюстрации словесной информации применяются электронные презентации, таблицы, видеофайлы, схемы на доске. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные вопросы или вопросы с элементами дискуссии.

### **Лекция – визуализация**

Чтение лекции сопровождается показом таблиц, электронных презентаций, видеофайлов – подобное комбинирование способов подачи информации существенно упрощает ее освоение студентами. Словесное изложение материал должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем на доске, таблицах, слайдах, позволяет формировать проблемные вопросы, и способствуют развитию профессионального мышления будущих специалистов.

### **Лекция – беседа**

Лекция-беседа, «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной формой активного обучения и позволяет вовлекать студентов в учебный процесс, так как возникает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного или информационного характера или когда им предлагается самим задать преподавателю вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ; другой может его дополнить. В ходе учебного процесса это позволяет выявить наиболее активных студентов и активизировать тех, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь студентов в рабочий процесс, привлечь их внимание, стимулировать мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам

темы, определять содержание и темп изложения учебного материала, а также определять наиболее интересующие студентов темы, с целью возможной корректировки формы преподаваемого материала.

### **Практические (семинарские) занятия по дисциплине « Биоинженерия»**

Практические занятия – коллективная форма рассмотрения учебного материала. Семинарские занятия, которые так же являются одним из основных видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проходящие в интерактивном режиме. На занятиях по теме семинара разбираются вопросы и затем вместе с преподавателем проводят обсуждение, которое направлено на закрепление обсуждаемого материала, формирование навыков вести полемику, развивать самостоятельность и критичность мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины

В качестве методов активного обучения используются на семинарских занятиях: семинар-пресс-конференция, развернутая беседа, семинар-диспут.

**Развернутая беседа.** Для развернутой беседы преподаватель выбирает темы, имеющие важное значение для освоения материала предмета. Занятие проходит в формате «вопрос-ответ», основная роль принадлежит преподавателю, который разъясняет студентам важные аспекты тем. Также, другим вариантом занятия является коллоквиум.

**Семинар-диспут** может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. Для обсуждения преподаватель выбирает и предлагает аудитории вопросы, вызывающие наибольший резонанс у студентов, и интересные для них как в общечеловеческом плане, так и как для будущих специалистов. Студентам предлагается высказывать свое личное мнение по данным вопросам, разрешается вступать в цивилизованную полемику друг с другом и с преподавателем, который выступает в качестве модератора такой дискуссии.

**Семинар-пресс-конференция.** Преподаватель поручает группам студентов подготовить краткие доклады. Затем участники групп делают доклад. После доклада студенты задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов развертывается творческая дискуссия вместе с преподавателем. При данном типе активности основная инициатива принадлежит студентам.

**Семинар-практикум.** Данное практическое занятие имеет своей целью продемонстрировать и обучить студентов различным практическим навыкам.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины «Биоинженерия» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: Мультимедийной аудитории, оснащенной широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерного класса. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ДВФУ и находятся в едином домене.

Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Лабораторная аудитория, оснащенная мультимедийным комплексом г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, ауд. М104П, М424, М811П	Система глубокого оптического имиджинга биоматериалов FluoView FV1200MPE, Замораживающий микротом CM 1950, Leica , Микротом RM2265, Leica, Роботизированная система для автоматизированного культивирования клеток Compact Select, Криохранилище лабораторное 24К, Taylor Wharton, Сортиер клеток высокоскоростной MoFlo Astrios EQ, Beckman Coulter, CO2 инкубатор Galaxy 130R, Eppendorf, Система для подготовки образцов для полногеномного секвенирования Ion Chef™ Instrument, Thermo Fisher Scientific, Система анализа последовательностей ДНК Ion S5™ XL System, Thermo Fisher Scientific, Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific, Система автоматизированная Biacore X100 System для анализа межмолекулярных взаимодействий, Система анализа реологических свойств биоматериалов НААКЕ MARS III, Thermo Fisher Scientific, Микроскоп атомно-силовой (зондовый) BioScope Resolve, Bruker
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров;

	увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
--	---

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне	<b>Знает:</b> - структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне
	<b>Умеет</b> - проводить экспериментальные исследования по выделению и анализу генетической информации
	<b>Владеет:</b> - методами выделения ДНК, РНК - методами транскриптного анализа
ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга	<b>Знает</b> - основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга
	<b>Умеет</b> - анализировать данные по тематике в современной литературе
	<b>Владеет:</b> - основами современной протеомики
ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–основные понятия и законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>–биотехнологические аспекты, используемые в биотехнологии;</li> <li>–объекты биотехнологии и их биотехнологические функции, принципы культивирования клеток;</li> <li>–сущность методов молекулярной генетики; этапы выделения целевых продуктов</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, пользоваться математической обработкой экспериментальных данных;</li> <li>–пользоваться языком молекулярной биотехнологии; выбирать биологические объекты</li> </ul> <p><b>Владеет:</b> основами биотехнологии, основными законами естественнонаучных дисциплин в биотехнологии, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>

<p>ПК-4.4                    Анализирует структуру и функции генов и геномов,                    проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы биоинформатики, применяемые в практике методы программирования;</li> <li>– особенности разработки алгоритмов анализа биологических данных большого объема;</li> <li>– последние достижения и новые разработки в области биоинформатики;</li> <li>– химию и физику нуклеиновых кислот и белков;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– получать и грамотно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков, и другой биологической информации;</li> <li>– разрабатывать новые программы, используемые для решения задач в области биоинформатики;</li> <li>– модифицировать известные, и создавать специализированные и общедоступные биоинформационные сайты;</li> <li>– интерпретировать различные типы биологических данных;</li> <li>– использовать современное научное оборудование в профессиональной области;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с биоинформационными ресурсами;</li> <li>– методами разработки программного обеспечения для управления и быстрого доступа к биологическим данным;</li> <li>– методами молекулярного моделирования различных биологических объектов и изучения динамики макромолекул;</li> <li>– создание и сопровождение специализированных баз данных.</li> </ul>
<p>ПК-5.1 Использует вычислительные системы и инструменты для решения биологических задач</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с базами данных</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами транскриптомного анализа</li> </ul>
<p>ПК-5.2 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических путей синтеза, белков.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать экспериментальные данные с применением информационных технологий и специализированных программ</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами транскриптомного анализа</li> </ul>
<p>ПК-5.3 Применяет современные методы обработки и анализа научно-</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты анализа данных</li> <li>- базы данных генетического материала, биохимических</li> </ul>

технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности	путей синтеза, белков.
	<b>Умеет:</b> - находить и анализировать научно-техническую информацию в своей области знаний - интерпретировать результаты экспериментальных данных
	<b>Владеет:</b> - методами статистической обработки данных - методами визуализации схемы эксперимента, иллюстрации научных статей

### **Вопросы к зачету/экзамену по дисциплине «Биоинженерия»**

1. История становления и развития инженерных направлений в биологии и медицине
2. Актуальные направления и перспективы развития биоинженерии.
3. Бионика Применение бионики в медицине и инженерии.
4. Биомеханика.
5. Эндопротезирование и протезирование конечностей и других частей тела.
6. Материалы, применяемые в протезировании.
7. Остеоинтеграция.
8. Нейроинтеграция
9. Моторное нейропротезирование
10. Сенсорное нейропротезирование.
11. Соотношение понятий биомиметика, бионика и биоинженерия
12. Технология рекомбинантных ДНК
13. Центральная догма молекулярной биологии как один из ключевых постулатов современных естественных наук.
14. История появления и развития генной инженерии. Появление и развитие технологий рекомбинантной ДНК.
15. Векторы.
16. Технология плазмидной ДНК
17. Рестрикция и рестриктазы. Легирование векторов
18. Трансформация микроорганизмов
19. Трансфекция эукариотических клеток
20. Селекция модифицированных микроорганизмов
21. Методы молекулярного клонирования.
22. Полимеразная цепная реакция. Теория и технология ПЦР
23. Полимеразы – разнообразие и принципы действия
24. Вирусные векторы. Космиды
25. Генная терапия человека.

26. Технология CRISPR-Cas9.
27. Тканевая инженерия и трансплантология.
28. Принципы дифференциальной экспрессии генов.
29. Стволовые клетки.
30. Понятие о межклеточном матриксе и клеточном микроокружении.
31. Клеточный сигналинг.
32. Индуцированные стволовые клетки.
33. Понятие о биополимерах. Биосовместимые материалы.
34. Выращивание органов, 3D-биопечать.
35. Основы трансплантологии. Преодоление иммунного ответа и отторжения органов.
36. Краткая история развития и становления биоинформатики.
37. Принципы сбора, хранения и извлечения данных в информационных сетях.
38. Базы данных последовательностей нуклеиновых кислот.
39. Геномные базы данных.
40. Протеомные базы данных. Базы данных последовательностей белков.
41. Базы данных структур.
42. Банки данных метаболических путей.
43. Базы данных по трансдукции сигналов.
44. Основные базы данных по научной литературе и системы доступа в них.
45. Базы по цитированию академической литературы.
46. Drug-дизайн, направленная разработка лекарственных средств.
47. Динамическое программирование. Построение и использование точечных матриц сходства.
48. Алгоритмы выравнивания последовательностей.
49. Программы для множественного выравнивания аминокислотных и нуклеотидных последовательностей по базам данных.
50. BLAST (Basic Local Alignment Search Tool).
51. Секвенирование по Сэнгеру
52. Полногеномное секвенирование.
53. Сборка последовательностей.
54. Формирование белками трехмерной структуры, фолдинг (сворачивание белков).
55. Первичная структура белков и вторичная структура белков.
56. Третичная и четвертичная структура белков.

57. Стабилизация третичной структуры белков: гидрофобность и гидрофильность.
58. Изоформы белков.
59. Структурные выравнивания.
60. Предсказание и моделирование трехмерной структуры белков.
61. Ферментативные процессы. Биокатализ
62. Кинетика химических реакций.
63. Биоэнергетика (энергетические процессы в живых системах).
64. Совершенные и лучшие-чем-совершенные ферменты.
65. Биотехнологии в пищевой индустрии.
66. Генномодифицированные микроорганизмы в химическом, фармацевтическом и пищевом производстве.
67. Биодegradация загрязняющих веществ.
68. Концепции «lab-on-a-chip», «multiplex», «high-throughput screening» – многопоточные и высокопроизводительные технологии.
69. Технология микрочипов (microarray).
70. Стандарты и требования к представлению результатов научных экспериментов.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене/зачете  
по дисциплине « Биоинженерия»**

Оценка экзамена/зачета	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»/ «зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;
«хорошо» / «зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
«удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической

	последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ;
«неудовлетворительно» / «не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.