

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«**РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)**»

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат:
00D05D015A41D43C257354CF2FDDD93F88
Владелец: РОСБИОТЕХ
Действителен: с 11.11.2024 по 04.02.2026

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.В.10 Биоинженерия

Уровень высшего образования: **специалитет**
Специальность: **06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**
Специализация: **Молекулярная и клеточная инженерия**
Квалификация: **биоинженер и биоинформатик**
Форма обучения: **очная**
Срок обучения: **5 лет**
Год набора: **2024**
Закреплена за кафедрой: **Биоэкологии и биологической безопасности**

Форма обучения: **очная**
Общая: **9 з.е.**
Часов по учебному плану: 324
в том числе:
аудиторные занятия: 128
самостоятельная работа: 191
контактная работа в электронной среде: 0
часов на контроль: 5

Виды контроля:
Зачет - 7 семестр
Экзамен - 8 семестр
Курсовая работа - 8 семестр

Программу составил(и):

канд. хим. наук доцент Баймухамбетова Аделя Саметовна

Протокол кафедры: № 6 от 04.03.2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели:

формирование у будущих специалистов подготовки по современным направлениям и методическим подходам биоинженерии, знание основ генной, клеточной, белковой, энзиматической, биомедицинской инженерии и возможность в дальнейшем реализации собственных знаний в инновационных сферах естественных наук.

1.2. Задачи:

дать знания о методических подходах, используемых при создании искусственных органов, новых штаммов генетически модифицированных организмов, биопродуктов, биопрепаратов и технологий.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е.

2.2. Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7(4.1)		8(4.2)		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32	64	64
Лабораторные	32	32	32	32	64	64
Итого ауд.	64	64	64	64	128	128
Контактная работа	64	64	64	64	128	128
в том числе КРВЭС						
Сам. работа	79	79	112	112	191	191
Часы на контроль	1	1	4	4	5	5

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Знать:	Уметь:	Владеть (иметь практический опыт):
ПК-1 Способность самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.3 Использует полученные знания и профессиональные навыки грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам ПК-1.6 Участвует во внедрении результатов исследований и разработок	принципы современной биотехнологии, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии и молекулярного моделирования	применять полученные знания при подборе методов создания биоинженерных объектов; обосновывать концепцию целесообразности создания биоинженерных объектов для практического использования;	методами поиска в информационных базах биологических объектов для биоинженерии, культивирования биологических объектов (культур микроорганизмов, клеток животных, растений, тканей животных и растений); навыками проектирования схем получения биоинженерных объектов прокариот, растительных и животных клеток и тканей;

4. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел 1. Введение в биоинженерию

Учебный план: 24о-060501-КИ(ак).plx

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
1.1	Основные понятия и молекулярно-генетические основы биоинженерии	Предмет и задачи биоинженерии. Развитие методов молекулярной биологии. Использование научных достижений в области физико-химической биологии в биоиндустрии. Биоинформатика как вычислительная молекулярная биология. Задачи и основные направления биоинформатики	7	Лек	2		опрос
1.2	Биологические объекты биоинженерии.	Строение вируса, бактерии, микроскопических грибов, животной и растительной клетки. Схема размножения и деления.	7	Ср	19		самоконтроль

Раздел 2. Генетическая инженерия

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
2.1	Генно-инженерные технологии	Понятие вектора в генетической инженерии. Внехромосомные генетические элементы - плазмиды и их функции у микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах. Векторные молекулы на основе плазмидной и фаговой ДНК. Фазмиды и космиды. Искусственные хромосомы. Конструирование экспрессирующих векторов и механизмы их функционирования. Прокариотические и эукариотические векторы экспрессии.	7	Лек	4		опрос
2.2	Ферменты генной инженерии, особенности их применения.	Ферменты, используемые в генетической инженерии. Эндонуклеазы рестрикции. Классификация и специфичность. Лигазы и механизм их действия. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии. Бактериальные штаммы для молекулярного клонирования. Хранение бактериальных штаммов.	7	Ср	20		самоконтроль
2.3	Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК.	Получение фрагмента или фрагментов ДНК. Конструирование in vitro рекомбинантных молекул (встраивание фрагмента в вектор). Ведение их в клетку. Отбор клонов, несущих	7	Лаб	4		защита лабораторной работы

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес- кой подготовк и	
		рекомбинантную молекулу.					
2.4	ДНК – носитель генетической информации. Структура гена	Анализ строения гена. Особенности генома эукариот.	7	Лаб	4		защита лабораторной работы
2.5	Методы выделения и очистки ДНК. Электрофорез ДНК.	Методы разрушения клеток. Экстрагирующие растворы. Депротенинизация. Фенольно-детергентный метод выделения ДНК. Аффинные методы выделения ДНК. Осаждение ДНК.	7	Лек	2		опрос
2.6	Электрофорез и блоттинг ДНК.	Электрофорез ДНК. Агарозные и полиакриламидные гели. Пульс-электрофорез. Блоттинг. Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блот анализ.	7	Лек	2		опрос
2.7	Методы изучения полиморфизма ДНК.	Полиморфизм длины рестриктазных фрагментов (RFLP) и полиморфизм длин амплифицированных фрагментов (AFLP). RAPD-анализ. Таксопринт. Повторяющиеся последовательности ДНК. Мини- и микросателлитная ДНК. Геномная дактилоскопия. Типирование личности. Определение отцовства. Использование SNP для типирования организмов. Методы детекции SNP.	7	Лек	2		опрос
2.8	ПЦР и ее модификации. Альтернативные способы амплификации ДНК. ПЦР в режиме реального времени.	Общая схема ПЦР. Критические компоненты реакции. Конструирование праймеров. Типы термостабильных ДНК-зависимых ДНК-полимераз. Модификации ПЦР. Альтернативные методы амплификации ДНК. Лигазная цепная реакция (ЛЦР). Изотермические системы амплификации нуклеиновых кислот. Гибридизационная цепная реакция (ГЦР). Амплификация по типу катящегося кольца. Количественная ПЦР. Кинетическая кривая ПЦР. Флуоресцентные метки. Принципы TaqMan, molecularBeacons, LightCycler. RealTimePCR в изучении экспрессии генов.	7	Лек	4		опрос
2.9	Секвенирование ДНК.	Секвенирование ДНК. Ферментативный дидезокси-метод Сэнгера. Автоматическое секвенирование ДНК – принципы и приборы. Методы секвенирования нового поколения. Секвенирование геномов.	7	Лек	2		опрос

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
2.10	Выделение суммарной РНК; анализ суммарной РНК методом гель-электрофореза	Выделение РНК из фиксированных тканей	7	Лаб	2		защита лабораторной работы
2.11	Синтез кДНК на матрице суммарной РНК	Задача включает приготовление амплифицированной двухцепочечной кДНК и оценку качества препарата с помощью гель-электрофореза.	7	Лаб	2		защита лабораторной работы
2.12	Идентификация 3'- и 5'-концевых фрагментов целевых транскриптов	Задача включает два или три последовательных раунда быстрой амплификации 3'-концевого фрагмента кДНК флуоресцентного белка	7	Лаб	2		защита лабораторной работы
2.13	Амплификация полной кодирующей последовательности гена флуоресцентного белка и его направленное клонирование в бактериальный экспрессионный вектор	Задача включает амплификацию и направленное клонирование в экспрессионный вектор полной кодирующей последовательности гена флуоресцентного белка, отбор целевых клонов и выделение плазмидной ДНК.	7	Лаб	2		защита лабораторной работы
2.14	Экспрессия гена флуоресцентного белка в бактериях E.coli, визуализация и выделение рекомбинантного белка	Задача включает наращивание биомассы, продуцирующей рекомбинантный белок, и визуализацию флуоресценции как доказательство функциональной активности этого белка. В процессе работы учащиеся приобретают представление об экспрессии генов в бактериальной гетерологической системе, знакомятся с процедурой экспрессочистки рекомбинантного белка из клеточного лизата.	7	Лаб	2		защита лабораторной работы

Раздел 3. Белковая инженерия

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
3.1	Направления исследований в белковой инженерии.	Введение в белковую инженерию. Определение белковой инженерии. Задачи белковой инженерии. Тенденции развития белковой инженерии – от слепого скринирования больших случайных библиотек мутантов к рационализации на основе анализа данных и широкого использования методов компьютерной биологии. Технологии получения рекомбинантных белков. Системы экспрессии генов в	7	Лек	4		опрос
		бактериальных клетках. Проблемы экспрессии чужеродных генов в микроорганизмах. Обеспечение возможности экспрессии генов млекопитающих в микробной клетке. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные системы синтеза белка. Направленная модификация белков.					
3.2	Методы направленного мутагенеза	Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Кункея, ПЦР с перекрывающимися праймерами, получение нескольких мутаций в последовательных раундах ПЦР. Мутагенез с использованием нонсенс-супрессоров. Случайный мутагенез и селекция белков с определенной функцией (молекулярная эволюция). Методы введения случайных мутаций: химический мутагенез, синтез ДНК с ошибками. Случайное объединение гомологичных и негомологичных участков генов. Методы отбора белков с требуемыми свойствами. Создание химерных и мультифункциональных белков. Создание белков с гибридными свойствами. Создание искусственных белков <i>denovo</i> .	7	Ср	20		самоконтроль
3.3	Этапы проектирования новых белков и ферментов	Дизайн структуры белка и моделирование. Сайт-специфический мутагенез. Экспрессия и очистка мутантного белка. Функциональный и структурный анализ.	7	Лаб	4		защита лабораторной работы

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес кой подготовк и	
3.4	Фолдинг белков	Сворачивание мономеров. Межмолекулярные взаимодействия при сворачивании олигомера. Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении. Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин. Котрансляционное включение белков в мембрану эндоплазматического ретикулума. Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке. Основные типы шаперонов. Шаперонины и их роль в сворачивании белков. Разворачивание и деградация белков в клетке.	7	Лек	4		опрос
3.5	Моделирование третичной структуры белка	Моделирование по гомологии. Методы ab initio. Тридинг (Threading). Методы моделирования: SWISS-MODEL. Robetta. Phyre2. MODELLER.	7	Лаб	4		защита лабораторной работы

Раздел 4. Клеточная инженерия

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес- кой подготовк и	
4.1	Технологии получения реконструированных клеток и организмов.	Протопластирование и слияние (фузия) протопластов. Возможность межвидового и межродового слияния. Гибриды, получаемые после слияния протопластов и регенерации клеток. Протопластирование и активация "молчащих" генов. Возможности получения новых биологически активных веществ за счет активации "молчащих генов". Гибридизация эукариотических организмов. Гибридомы. Значение гибридом для производства современных диагностических препаратов. Методы клеточной инженерии применительно к животным клеткам. Клонирование эмбрионов млекопитающих. Трансплантация ядер в ооциты, оплодотворенные и партеногенетически активированные яйцеклетки, в бластомеры эмбрионов ранних стадий развития. Технологии получения реконструированных	7	Лек	4		опрос
		клеток и организмов. Генетическая трансформация ES-клеток и способы введения чужеродной ДНК. Трансгенез.					
4.2	Технологии получения реконструированных клеток и организмов.	Гибридизация. Объединение ядерного фрагмента одной клетки (кариопласта) с цитоплазматическим фрагментом другой клетки (цитопластом). Перенос ядра, извлечённого из соматической клетки, внутрь яйцеклетки, из которой предварительно удалено собственное ядро. Введение конструкций, состоящих из фрагментов ДНК. Введение в клетки определённых фрагментов РНК.	7	Лаб	4		защита лабораторной работы
4.3	Приемы микрохирургии и клетки предимплантационных эмбрионов	Микроизоляция. Микродиссекция (микрорассечение). Микроинъекции. Микротрансплантация. Микроприжигание. Введение тончайших микроэлектродов внутрь клетки или подведение их к её поверхности. Метод лучевого микроукола. Участок клетки локально повреждают пучком ультрафиолетовых лучей. Прижигание клеточной оболочки.	7	Ср	20		самоконтроль

Раздел 5. Биоинженерия растений

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практичес- кой подготовк и	
5.1	Трансгенез.	Способы введения чужеродных генов в растения. Агробактериальное заражение и трансформация растений. Ti-плазмида. Белки вирулентности. Бинарные векторы. Селективные маркеры. Получение и анализ трансгенных растений. Вирусные векторы. Сайленсинг. Свойства трансгенных растений	8	Лек	6		опрос
5.2	Выделение Ti плазмид	Вырезание T-ДНК из Ti-плазмиды и встраивание в стандартный плазмидный вектор для размножения в E. coli. Репликация плазмиды. Размножение бактерий с плазмидами, содержащими встроенный фрагмент Ti-плазмиды. Выделение плазмиды из клеток. Встраивание чужеродного гена в T-ДНК с помощью методов генетической инженерии. Размножение рекомбинантной молекулы (содержащей T-ДНК и встроенный ген) в E. coli. Внедрение в клетки Agrobacterium tumefaciens с неизменённой Ti-плазмидой. Заражение растений модифицированными агробактериями, в результате чего растение приобретает новый признак.	8	Лаб	6		защита лабораторной работы
5.3	Способы получения трансгенных растений	Перенос, опосредованный агробактериями. Биологическая трансформация. Электропорация. Микроинъекция. Вирусопосредованный перенос генов. Трансформация полиэтиленгликоля. Трансформация, опосредованная Whiskar. Трансформация, опосредованная липосомами.	8	Ср	22		самоконтроль

Раздел 6. Биотехнология животных

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
6.1	Клонирование эмбрионов млекопитающих.	Негативная и позитивная селекция. Нокаутирование генов. Получение трансгенных животных. Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот.	8	Лек	6		опрос
		Метод бицистронных конструкций для идентификации IRES элементов.					
6.2	Способы культивирования клеток млекопитающих. Получение эмбрионов.	Выделение из крови. Выделение из мягких тканей. Помещение в питательную среду кусочков тканей и материалов. Технология получения эмбрионов млекопитающих in vitro	8	Лаб	6		защита лабораторной работы
6.3	Способы получения трансгенных животных	Прямая инъекция ДНК в пронуклеусы оплодотворенных яйцеклеток. Использование рекомбинантных вирусов для заражения эмбриональных клеток зародыша. Использование эмбриональных стволовых клеток (ES)	8	Ср	22		самоконтроль
6.4	Генетические библиотеки	Получение мРНК in vitro. Создание рандомизированных библиотек. Получение РНК и ДНК аптамеров. Методы селекции, количество циклов, тестирование, применение. Механизм. Преимущества и недостатки генетического нокдауна по сравнению с нокаутом. Особенности применения метода клетках млекопитающих	8	Лек	6		опрос
6.5	Приготовление кДНК-библиотеки выделения ДНК)	Извлечение мРНК. Конструкция кДНК. Удаление мРНК. Добавление ДНК-полимеразы I. Клонирование последовательностей. Отбор клонированных бактерий.	8	Лаб	6		защита лабораторной работы

Раздел 7. Биоинженерия микроорганизмов

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
7.1	Генетическая инженерия бактерий	Использование микробных технологий. Преимущества и недостатки использования микроорганизмов. CRISPR-Cas система бактерий. Схема строения локуса CRISPR. Этапы системы CRISPR-Cas.	8	Лек	6		опрос
		Транскрипция CRISPR. Разнообразие систем CRISPR-Cas. Получение рекомбинантных штаммов с использованием гетерологичных рекомбинационных систем (RecA-Независимая система). Сайт-специфические системы рекомбинации. Генно-инженерные вакцины. Пептидные вакцины. Векторные вакцины. Генная иммунизация.					
7.2	Методы направленного мутагенеза	Направленный мутагенез с использованием ПЦР и перекрывающихся праймеров. Метод Кункеля. Направленный мутагенез с использованием мегапраймеров. Кассетный мутагенез. Сайт-направленный мутагенез.	8	Лаб	6		защита лабораторной работы
7.3	Использование биоинженерии в промышленной микробиологии	Повышение продуктивности микроорганизмов. Изменение питательных потребностей микроорганизмов. Пересмотр логики селекции микроорганизмов-продуцентов. Получение новых продуктов.	8	Ср	22		самоконтроль

Раздел 8. Биоинженерия и медицина

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
8.1	Тканевая биоинженерия	Цель и задачи тканевой инженерии. Разработка конструкций на основе полимерных или неорганических матриц, содержащих стволовые или соматические клетки пациента; Восстановление органов дыхания, таких как гортань, трахея и бронхи; создание искусственных клапанов сердца, реконструкция крупных сосудов и капиллярных сетей; восстановление органов и тканей нервной системы.	8	Лек	4		опрос
		Методы инженерии тканей: имитация естественного органогенеза, 3D-биопринтинг.					
8.2	Биоинженерные методы в создании искусственных органов	Трёхмерная (3D) биопечать. Деклетелирование и рецеллюляризация. Органоидная технология. Биореакторы.	8	Лаб	4		защита лабораторной работы
8.3	Проблемы и перспективы современной трансплантологии	Проблемы трансплантологии. Нехватка донорских органов. Отторжение трансплантата. Этические вопросы. Сложность подготовки донора и реципиента к операции. Противопоказания к трансплантации у реципиента. Перспективы развития трансплантологии. Технологические инновации. Улучшение методов подбора доноров. Общественное осознание и образование. Развитие международного сотрудничества.	8	Ср	23		самоконтроль
8.4	Методы генодиагностики и генотерапии	Методы генодиагностики. Гибридизация и электрофорез, полимеразная цепная реакция (ПЦР). Биологические микрочипы для генетической диагностики и развития геномной медицины будущего. Методы генотерапии. Заместительная и корректирующая генотерапия. Репарация ДНК.	7	Лек	2		опрос
8.5	Генотипирование	Мультиплексная ПЦР. SAP-реакция. iPLEX-реакция. Ионизация и анализ спектров.	7	Лаб	2		защита лабораторной работы

Раздел 9. Биотехнология и контроль загрязнения природных сред

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
9.1	Генетические эффекты техногенных загрязнений	Последствия повреждения наследственного аппарата соматических и половых клеток. Факторы, влияющие на генетические эффекты техногенных загрязнений	8	Лек	4		опрос
9.2	Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем.	Оценка и прогноз генетического ущерба, наносимого загрязнением генофондам популяций растений, животных и человека. Биоиндикационные и биотестовые методы	8	Лаб	4		защита лабораторной работы
9.3	Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных	Методы исследования мутагенов с использованием высших растений: Цитогенетический скрининг. Наблюдение за частотой «сторожевых» фенотипов. Учёт элементов, характеризующих продуктивность популяции растений. Оценка гетерогенности семенного потомства. Методы исследования мутагенов с использованием животных: Краткосрочные тесты. Тесты на хромосомные aberrации и микроядра в клетках костного мозга млекопитающих. Выявление мутагенности по возникновению доминантных летальных мутаций в половых зародышевых клетках мышей или дрозофил. Метод щелочных ДНК-комет.	8	Ср	23		самоконтроль

* Лек - лекционные занятия; Пр - практические занятия; Лаб - лабораторные занятия; Ср - самостоятельная работа; КРВЭС - контактная работа в электронной среде; Эк - экзамен; За - зачет; ЗаО - зачет с оценкой

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Адрес
5.1.1.	Резяпкин В. И.	Генная инженерия: практикум	Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2022	https://e.lanbook.com/book/262367
5.1.2.	Резяпкин В. И.	Генная инженерия: практикум	Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2023	https://e.lanbook.com/book/338117
5.1.3.	Субботина Т. Н., Николаева П. А., Харсекина А. Е.	Молекулярная биология и генная инженерия: практикум	Красноярск: СФУ, 2018	https://e.lanbook.com/book/157528
5.1.4.	Якупов Т. Р.	Молекулярная биотехнология. Биотехнология: учебное пособие	Казань: КГАВМ им. Баумана, 2018	https://e.lanbook.com/book/122951
5.1.5.	Куцев М. Г.,	Биотехнология растений.	Красноярск: СФУ,	https://e.lanbook.com

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Адрес
	Скапцов М. В., Ямских И. Е.	Основные методы	2020	m/book/181629

5.2. Перечень информационных технологий

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

Операционная система Linux

Свободный пакет офисных приложений OpenOffice

Microsoft Visual Studio Code

Microsoft Visual Studio Tools for Applications

5.2.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронная информационно-образовательная среда РОСБИОТЕХ. Режим доступа: <https://i.cloud.mgupp.ru/>

Система e-learning РОСБИОТЕХ. Режим доступа: <http://e-learning.mgupp.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/>

Электронная библиотечная система "Znanium". Режим доступа: <https://znanium.ru/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru/>

Справочно-информационная система "Консультант Плюс"

База данных по научным журналам

Электронный учебник «Биология»

«Вся биология» - современная биология, статьи, новости, библиотека

ЭБС "Консультант студента"

5.3. Методические рекомендации к изучению дисциплины

Методические указания для обучающихся при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. В процессе лекций рекомендуется вести конспект, что позволит впоследствии вспомнить изученный учебный материал, дополнить содержание при самостоятельной работе с литературой, подготовиться к промежуточной аттестации. Следует также обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Любая лекция должна иметь логическое завершение, роль которого выполняет заключение. Выводы по лекции подытоживают размышления преподавателя по учебным вопросам. Формулируются они кратко и лаконично, их целесообразно записывать. В конце лекции, обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических и лабораторных работ

Практические и лабораторные работы выполняются в соответствии с учебным планом при последовательном изучении разделов (тем) учебной дисциплины.

Прежде чем приступить к выполнению практической работы, обучающемуся необходимо:

- ознакомиться с соответствующими разделами (темами) учебной дисциплины по рекомендованной учебной литературе;
- ознакомиться с порядком проведения занятия, критериях оценки результатов работы;
- ознакомиться с заданием и сроках выполнения, о требованиях к оформлению и форме представления результатов;

– настроить под руководством преподавателя инструментальные средства, необходимые для проведения практической работы (при их наличии).

В ходе выполнения практической (лабораторной) работы необходимо следовать инструкциям, использовать материал лекций, рекомендованной литературы, источников интернета, активно использовать помощь преподавателя на занятии.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных тем/вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по дисциплине определяется учебным планом.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом самостоятельного получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Изучая материал по учебной книге (учебнику, учебному пособию, монографии, и др.), следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, фиксируя выводы и вычисления (конспектируя), в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода. Особое внимание обучающийся должен обратить на определение основных понятий учебной дисциплины. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения. Рекомендуется составлять опорные конспекты. Выводы, полученные в результате изучения учебной литературы, рекомендуется в конспекте выделять. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений учебной дисциплины. Вопросы, которые вызывают у обучающегося затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по учебной дисциплине определяется учебным планом.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (оборудование и технические средства обучения)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой. Основное оборудование: комплект учебной мебели для обучающихся (стол, стул); рабочее место преподавателя (стол, стул); компьютер с выходом в интернет и обеспечением доступа в ЭИОС Университета; технические средства обучения: мультимедийное оборудование (проектор, экран), наглядные материалы – схемы плакаты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся - оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС Университета.

Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации Основное оборудование: рабочее место преподавателя (стол, стул, компьютер с выходом в интернет и доступом в ЭИОС Университета); комплект учебной мебели для обучающихся и компьютеры с выходом в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС Университета; технические средства обучения: мультимедийное оборудование (проектор, экран).

Специализированная лаборатория. Основное оборудование: комплект учебной мебели для обучающихся; рабочее место преподавателя, лабораторное оборудование, инвентарь, расходные материалы и средства. Технические средства обучения: мультимедийное оборудование, наглядные материалы – схемы плакаты.
