

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный секретарь

Приемной комиссии

А.В. Губайдулина



**Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению 06.04.01 Биология
Магистерская программа: «Математическая биология и
биоинформатика»**

**Программа Вступительных Испытаний Магистратуры
Направление: 06.04.01 Биология «Математическая биология и
биоинформатика»**

Содержание Программы

Цель вступительного испытания:

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерской программы «Математическая биология и биоинформатика» направления подготовки 06.04.01 Биология. В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания в области биологии, молекулярной биологии и биоинформатики; выявляется степень компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре.

Форма Испытания: Вступительное испытание проводится в форме онлайн тестирования на выявление уровня подготовки абитуриента в области биологии, молекулярной биологии и биоинформатики.

Система Оценивания: Максимальное количество баллов за тест — 100 баллов. Минимальный порог для прохождения — 40 баллов.

Перечень тем, необходимых для подготовки к Тесту

Микология, альгология, ботаника.

Основные группы низших растений, их распределение среди прокариот и эукариот и краткая характеристика. Современные принципы классификации, деление на отделы и краткая характеристика основных отделов. Значение низших растений в природе и практической деятельности человека. Водоросли. Общая характеристика. Строение клетки и таллома. Пигменты водорослей, их роль в адаптациях к окружающей среде и в систематике. Распространение и роль водорослей в природе. Грибы и псевдогрибы

(грибоподобные организмы). Строение клетки и мицелия, особенности питания. Размножение и циклы развития. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы. Значение грибов в круговороте веществ и их положительное и отрицательное хозяйственное значение. Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Взаимоотношения компонентов лишайников. Роль в природе и практической деятельности человека. Общая характеристика высших растений. Важнейшие особенности организации высших растений: неподвижность, полярность, открытый рост, – их биологическое значение. Жизненный цикл высших растений. Бесполое размножение и половое воспроизведение. Общие принципы организации тела высших растений. Талломы, теломы и побеги. Структурные компоненты и морфология листа. Важнейшие особенности морфологии корней и корневых систем. Основные типы растительных тканей. Типы меристем. Возрастные изменения вторичной древесины и вторичной коры. Мохообразные и сосудистые растения как две основные группы высших растений. Таксономический статус и важнейшие особенности голосеменных растений. Общая характеристика покрытосеменных (класс Angiospermae). Цветок. Строение мужского и женского гаметофитов. Сравнительная характеристика двудольных и однодольных растений.

Зоология беспозвоночных и зоология позвоночных.

Характеристика губок и двуслойных организмов (стрекающих кишечнополостных). Характеристика трехслойных билатерально-симметричных животных на примере кольчатых червей. Строение и функции вторичной полости тела - целома. Организация покровов, мускулатуры и полости тела членистоногих, особенности сегментации и строения конечностей у хелицеровых ракообразных и насекомых. Система типа хордовых и ключевые черты их организации. Морфофункциональные адаптации костных рыб к особенностям водной среды. Преобразования опорно-двигательной системы, дыхательной системы, кровообращения, водно-солевого обмена и размножения у 2 амфибий. Морфобиологическая характеристика рептилий как амниот. Механизмы гомойотермии. Морфофункциональные адаптации птиц к полету. Особенности опорнодвигательной, кровеносной, пищеварительной, выделительной, нервной систем и размножения млекопитающих.

Теория эволюции.

Факторы эволюции. Генетическая и фенотипическая изменчивость. Горизонтальный перенос генов. Норма реакции. Борьба за существование и естественный отбор. Популяция как элементарная единица микроэволюции. Формы естественного отбора. Генетические процессы в популяциях. Концепции вида. Аллопатрическое и симпатрическое видообразование. Адаптивная радиация. Основы эволюционной биологии развития. Фундаментальные принципы онтогенеза. Генетические регуляторные сети и обеспечение устойчивости онтогенеза. Механизмы формирования фенотипических признаков в ходе онтогенеза. Макро- и микроэволюция. Филогенез таксонов. Формы межвидовых взаимодействий. Коэволюция и

симбиогенез. Происхождение жизни. Предполагаемые сценарии и этапы абиогинеза. Неферментативная репликация ДНК и РНК. Происхождение клетки. Основные этапы развития жизни. Геохронологические шкалы. Эволюция сообществ: экогенез и специогенез, эволюция за счет изменения сукцессионных рядов. Биосферные кризисы и массовые вымирания, их причины.

Экология.

Предмет экологии. Представление об уровнях организации живой материи (клетка, ткань, орган, организм, популяция, сообщество, экосистема, ландшафт, биом, биосфера). Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. Кривая толерантности, зоны оптимума и пессимума. Стенобионтные и эврибионтные виды. Многомерная модель экологической ниши. Влияние температуры, света, влажности, солености на организмы. Популяционная экология. Статические и динамические характеристики популяции. Представление о г- и К-отборе. Разные типы взаимодействий популяций (хищничество, конкуренция, мутуализм, симбиоз). Трофические отношения и потоки энергии. Трофические уровни: продуценты, консументы и редуценты; трофические цепи и сети. Биогеохимические циклы. Биосферный цикл углерода. Парниковый эффект: механизм возникновения и возможные последствия. Биосферный цикл кислорода. Озоновый слой и опасность его разрушения. Биосферный цикл азота. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в океане. Производство и применение азотных удобрений: масштабы этого процесса в сравнении с естественной азотфиксацией. Выбросы оксидов азота промышленными предприятиями и их дальнейшая трансформация. Биосферный цикл фосфора. Эволюция биосферы. Роль изменений газового состава атмосферы в эволюции биосферы. Внешние и внутренние причины массовых вымираний. Антропогенное воздействие на биосферу.

Цитология.

Клеточная теория и её постулаты. Понятия тотипотентности. Функциональные системы клетки: ядро; вакуолярная система; митохондрии и хлоропласты; цитоскелет, плазматическая мембрана. Методы клеточной биологии. Методы микроскопии. Иммуно-цитохимическое и цитохимическое окрашивание. Радиоавтография. Молекулярная гибридизация. Культура клеток и тканей. Структурно-функциональная характеристика ядра. Мембранные компоненты клетки. Свойства и строение биологических мембран. Транспорт низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Клеточные взаимодействия и клеточная адгезия. Синтез и топогенез белков. Механизм синтеза белка – трансляция. Строение рибосом. Полисомы. Строение гранулярного ЭПР. Модификации белков, их укладка и адресование. Аппарат Гольджи. Транспортные пути вакуолярной системы и механизмы адресования и слияния везикул с мембранными компонентами. Антероградный и ретроградный транспорты. Гладкий эндоплазматический ретикулум. Лизосомы. Аутофагия. Системы энергообеспечения клеток.

Гликолиз. Митохондрии. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования. Цикл Кребса. Фотосинтез. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза. Компоненты цитоскелета. Митоз. Фазы митоза. Мейоз. Принципы образования половых клеток. Фазы мейоза. Клеточная гибель. Основные понятия: программированная клеточная гибель, апоптоз и некроз, классификация. Особенности строения и функционирования растительных и бактериальных клеток.

Эмбриология.

Формирование первичных половых клеток (гоноцитов) у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Дистантные и контактные взаимодействия гамет. Общая характеристика процесса дробления. Его биологический смысл. Моменты включения материнских и отцовских генов. Пространственная организация дробления. Механизмы бластуляции. Способы гастрюляции: деламинация, иммиграция, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания. Способы закладки мезодермы. Искусственный и естественный партеногенез - теоретический интерес и практическое применение. Формирование внезародышевых органов и оболочек у Амниота: амнион, сероза (хорион), желточный мешок, аллантоис. Особенности раннего развития млекопитающих. Формирование глаз, конечностей, сердца, почек позвоночных. Морфогенетические взаимодействия между частями зачатка при развитии этих органов. Классификация плацент у млекопитающих: эпителиохориальные, синдесмохориальные, эндотелиохориальные, гемохориальные.

Генетика.

Наследственный признак. Признаки качественные и количественные, элементарные и комплексные. Методы генетического анализа. Моногибридное и полигибридное скрещивания. Аллели и типы их взаимодействий. Цитологические основы законов наследования. Условия выполнения менделевских закономерностей наследования признаков. Взаимодействие генов: комплементарность, эпистаз, полимерия (кумулятивная и некумулятивная). Половые хромосомы. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование при нерасхождении половых хромосом. Кроссинговер. Генетические карты. Хромосомная теория наследственности. Нехромосомное наследование. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность. Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости. Взаимодействие генотипа и окружающей среды. Комбинативная изменчивость, механизмы ее возникновения и роль в эволюции. Геномные изменения: полиплоидия (эуплоидия и анеуплоидия). Межвидовая гибридизация. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Генные мутации. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Мутагены: физические и химические. Роль процессов репарации в мутагенезе. Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Репарация ДНК, ее роль в

поддержании стабильности генетического материала. Генетическая рекомбинация. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Лактозный оперон. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков. Задачи и методология генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Векторы на основе плазмид и фагов. Геномные библиотеки. Получение рекомбинантных молекул ДНК, молекулярное клонирование фрагментов ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Трансгенные организмы. Векторы эукариот. Генетическая инженерия животных и растений.

Физиология человека и животных.

Структура и свойства мембраны возбудимых клеток. Механизмы трансмембранного транспорта ионов. Ионные насосы. Механизм формирования потенциала покоя. Потенциал действия, ответ по закону "все или ничего". Рефрактерность. Проведение возбуждения вдоль нервного или мышечного волокна. Особенности проведения возбуждения в миелинизированных нервных волокнах. Передача возбуждения с одной клетки на другую: электрические и химические синапсы, их структурные и функциональные различия. Поперечно-полосатые мышцы. Строение саркомера. Гладкие мышцы: особенности структурно-функциональной организации и свойства. Роль кальция и АТФ в сократительном ответе. Нейрон как структурно-функциональная единица нервной системы. Ионная природа тормозных и возбуждающих постсинаптических воздействий. Основные типы медиаторов и механизмы их взаимодействия с рецепторами. Понятие о рефлексе и рефлекторной дуге. Сенсорные системы. Структурно-функциональная организация основных органов чувств: органы слуха, зрения, равновесия, обонятельные, вкусовые и кожные рецепторы. Пути поступления афферентной информации в головной мозг. Соматическая система. Спинной мозг: строение и функции. Спинномозговые двигательные рефлексы. Роль продолговатого, среднего, промежуточного мозга, мозжечка, подкорковых ядер и коры больших полушарий в формировании двигательных программ. Вегетативная нервная система. Ее роль в регуляции внутренних органов и поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация симпатического и парасимпатического отделов, их регуляторные взаимоотношения. Медиаторы вегетативной нервной системы. 6 Эндокринная система. Особенности гуморальной регуляции. Химическая природа основных групп гормонов и особенности их взаимодействия с клетками-мишенями (внутриклеточная и мембранная рецепция). Основные железы внутренней секреции, выделяемые ими гормоны и их функциональная роль. Регуляция деятельности желез внутренней секреции, связь нервных и гормональных механизмов регуляции, гипоталамо-гипофизарная система, тропные гормоны. Группы крови. Резус-фактор. Процесс свертывания крови. Фагоцитоз. Функции системы кровообращения. Особенности кровообращения у разных классов позвоночных животных. Строение сердца теплокровного. Сердечный цикл. Электрокардиограмма: метод регистрации и информативное значение. Основные принципы гемодинамики и факторы,

определяющие величину кровяного давления. Влияния симпатических и парасимпатических нервов на сердце. Гуморальные механизмы регуляции кровотока: вазопрессин, адреналин, система ренин-ангиотензин-альдостерон, атриопептид, продукты метаболизма. Строение легких. Механизм легочного дыхания. Дыхательный центр и его работа. Регуляция дыхания. Общее строение пищеварительного тракта. Особенности пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Нервные и гуморальные механизмы регуляции желудочной секреции и секреции поджелудочной железы. Роль печени. Почки. Строение нефрона. Регуляция выделительной функции почки. Роль почки в регуляции АД.

Физиология высшей нервной деятельности.

Различные подходы к исследованию механизмов поведения животных и человека (условно-рефлекторные методики, бихевиоризм, этология). Виды условных и безусловных рефлексов. Основная концепция бихевиоризма. Основные понятия этологии. Инстинкт и импринтинг. Структура поведенческого акта: этологический взгляд. Концепция Л.В. Крушинского об элементарной рассудочной деятельности. Вторая сигнальная система. Коммуникативные способности животных. Биологические мотивации. Триада «потребность, мотивация, эмоция»: представление о физиологических механизмах, роль в формировании поведения. Виды памяти в биологических системах. Физиологические механизмы памяти. Нейронные механизмы обучения и памяти. Сон и бодрствование: современные представления о физиологических механизмах. Особенности сна водных млекопитающих. Локализация функций в головном мозге. Функциональная асимметрия полушарий коры головного мозга. Понятие анализатора. Строение и физиология анализаторов (на примере зрительного).

Физиология растений.

Растительная клетка. Особенности строения, структурная и функциональная организация растительной клетки. Фотосинтез и фотосинтетические пигменты. Электрон-транспортная цепь. Ассимиляция углерода при фотосинтезе. Цикл Кальвина, основные ферменты. Дыхание растений. Гликолиз и цикл трикарбоновых кислот у растений. Структура и функции электрон-транспортной цепи дыхания. Водный обмен растений. Поглощение воды растением. Транспирация. Минеральное питание. Механизмы поглощения ионов и их передвижения по растению. Обмен азота в растениях. Рост и развитие растений. Общая характеристика фитогормонов. Фоторецепторы. Устойчивость растений. Ответные реакции растений на биотические и абиотические стрессовые факторы.

Микробиология.

Основные способы классификации микроорганизмов-прокариот (нумерическая, морфофизиологическая, молекулярно-генетическая). Цитология и морфология микробных клеток. Генетика микроорганизмов. Наследственный аппарат прокариот, плазмиды и другие мигрирующие генетические элементы микроорганизмов. Процессы рекомбинации у прокариот (конъюгация, трансформация и трансдукция). Принципы

культивирования микроорганизмов и основные параметры роста культур . Периодическое и непрерывное культивирование. Некультивируемые формы микроорганизмов. Метаболизм микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов. Способы образования АТФ у микроорганизмов. Виды брожений и микроорганизмы, их осуществляющие. Аэробное и анаэробное дыхание у микроорганизмов. Хемолитотрофия. Особенности микробного фотосинтеза. Автотрофная и гетеротрофная ассимиляция углекислоты у микроорганизмов. Ассимиляция азота (азотфиксация, ассимиляционная нитратредукция, ассимиляция аммония) Экология микроорганизмов. Распространение микроорганизмов в природе. Действие факторов окружающей среды на микроорганизмы.. Функции и особенности жизнедеятельности микроорганизмов в почве, водоемах, воздухе. Симбиозы с участием микроорганизмов. Микробные сообщества и трофические связи в них Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах углерода, кислорода, азота, серы, железа. Роль микроорганизмов в эволюции биосферы. Практическое применение микроорганизмов –в традиционных производствах пищевой промышленности, для получения антибиотиков и витаминов, для очистки окружающей среды.

Вирусология.

Структура генетического материала вирусов. Разнообразие форм вирусных нуклеиновых кислот. Концевые структуры вирусных нуклеиновых кислот. Классификация вирусов в зависимости от типа генетического материала. Структура вирусных частиц. Принципы спиральной и икосаэдрической симметрии. Понятия капсид, капсомер, нуклеокапсид. Молекулярная организация вирионов простых и оболочечных вирусов. Функции гликопротеинов липопротеидной оболочки. Комплексная симметрия. Пять основных видов организации вирусных частиц Разнообразие способов проникновения вирусного генома в бактериальные, растительные и животные клетки. Биологическая специфичность вирусов, роль первых фаз инфекции в определении спектра хозяев вируса. Разнообразие вариантов локализации синтеза вирусных компонентов в клетках. Способы выхода вирусного потомства из зараженной клетки. Общая схема репликации вирусов РНК - содержащих вирусов с одноцепочечной плюсРНК и одноцепочечной минус-РНК. Строение вируса табачной мозаики и вируса гриппа А. ДНК-содержащие бактериофаги с двуцепочечной ДНК: строение (на примере бактериофага Т-4), общая схема репликации, сборка вирионов. Ретровирусы. Строение вириона. Общая схема репликации ретровирусов. Функции обратной транскриптазы.

Биохимия.

Структура и свойства аминокислот, моно-, ди- и полисахаридов, жирных кислот, триацилглицеридов и мембранных липидов, нуклеотидов. Пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка. Общие представления о ферментативном катализе. Обмен углеводов: гликолиз, дальнейшее окисление пирувата пируватдегидрогеназным комплексом и в цикле Кребса. Клеточное дыхание: понятие дыхательной цепи

и синтез АТФ. Обмен липидов: распад и синтез жирных кислот. Обмен аминокислот: реакции трансаминирования и утилизация аммиака. Конечные продукты распада аминокислот. Взаимосвязь обмена углеводов, липидов и аминокислот.

Молекулярная биология.

Структура ДНК, принцип комплементарности. Репликация ДНК. Точность воспроизведения ДНК, полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Типы повреждений ДНК и стратегии их репарации Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот. РНК полимеразы эукариот. Сборка пре-инициаторного комплекса РНК-полимеразы II. Хроматин, структура нуклеосом. 9 Модификации гистонов и динамическая структура хроматина. Пост-транскрипционные преобразования эукариотической РНК. Сплайсинг, экзонирование и полиаденилирование. Общая схема биосинтеза белка. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки. Расшифровка и общие свойства генетического кода. Транспортная РНК, Аминоацилирование тРНК. Рибосомы как молекулярные машины, осуществляющие синтез белка. Общие принципы организации рибосом. Значение рибосомной РНК (рРНК). Рибосомные белки, их разнообразие, белковые комплексы, их взаимодействие с рРНК. Рабочий цикл рибосомы. Инициация и регуляция трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у эукариот. Котрансляционное сворачивание белков. Роль шаперонов. Посттрансляционные модификации белков. Белковый сплайсинг, его механизм и биологическое значение.

Иммунология.

Основные понятия иммунологии. Принципы иммунологического распознавания. Врожденный и адаптивный иммунитет. Органы иммунной системы. Развитие и активация лимфоцитов. Сигнальные каскады. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа. Клеточный иммунный ответ – воспалительный и цитотоксический варианты. Вторичные лимфоидные органы и барьерные ткани. Гуморальный иммунный ответ. Регуляция иммунного ответа. Иммунологическая память и вторичный иммунный ответ. Онтогенез иммунитета. Онкоиммунология и противоопухолевый иммунитет. Принципы иммунотерапии. Группы крови. Трансплантационный иммунитет. Иммунологическая толерантность. Иммунологические взаимоотношения между матерью и плодом. Нарушение ауто толерантности и аутоиммунная патология. Основные группы первичных иммунодефицитов, их генетические и иммунологические основы. Принципы лечения иммунодефицитов. Клеточные и молекулярные основы аллергии.

Биоинформатика.

Основы программирования: базовые концепции, языки программирования (Python, R). Алгоритмы и структуры данных: основные алгоритмы, структуры данных. Анализ последовательностей: выравнивание последовательностей, филогенетический анализ. Геномика и протеомика: методы секвенирования, анализ данных.

Рекомендуемая литература

1. Загоскина, Наталья Викторовна. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. 3-е изд., испр. и доп. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2020. 381 с. (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/467724> (дата обращения: 06.02.2024). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/467724> ISBN 978-5-534-13546-6 : 1009.00. URL: <https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=ELS&id=RU2fURAIT2f467724> (дата обращения 12.05.2024).
2. Калашникова, Елена Анатольевна. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. 2-е изд. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2020. 333 с. (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/448580> (дата обращения: 06.02.2024). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/448580> ISBN 978-5-534-11790-5 : 1319.00. URL: <https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=ELS&id=RU2fURAIT2f448580> (дата обращения 12.05.2024).
3. Киселева, Ольга Владимировна. Биотехнология пищевого белка : учебное пособие / О. В. Киселева, В. В. Тарнопольская, П. В. Миронов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева Красноярск, 2021 : [б.и.] 88, [1] с. : рис., табл. ; 21 см Библиогр.: с. 88-89 (20 назв.) 50 экз. (в мяг. пер.) : 160,00 Текст : непосредственный. URL: https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=BOOKS&id=BOOK_T294691 (дата обращения 11.05.2024).
4. Ксенофонтов, Борис Семенович. Охрана окружающей среды: биотехнологические основы : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Техносферная безопасность" (20.03.01 и 20.04.01)] / Б. С. Ксенофонтов. Москва : Форум, 2016. 200 с. ; 21 см (Высшее образование) Библиогр. : с. 196-197. ISBN 978-5-8199-0641-5 (в мяг. пер.) : 576.00 р. URL: https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=BOOKS&id=RU_%D0%98%D0%91%D0%A6%D0%A2%D1%8E%D0%BC%D0%93%D0%A3_IBIS_%D0%91.%D1%8F73_%D0%9A862-187877557
5. Назаренко, Людмила Владимировна. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. 2-е изд., испр. и доп. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2021. 161 с. (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/471466> (дата обращения: 06.02.2024). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/471466> ISBN 978-5-534-05619-8 : 729.00. URL:

- <https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=ELS&id=RU2fURAIT2f471466> (дата обращения 12.05.2024).
6. Основы биотехнологии: курс лекций / Г. К. Жайлибаева, Ж. Б. Махатаева, М. С. Исабекова, Р. М. Турпанова. — Основы биотехнологии, 2022-08-21. — Электрон. дан. (1 файл). — Алматы: Нур-Принт, 2016. — 57 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 21.08.2022 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:<http://www.iprbookshop.ru/67114.html> (дата обращения 11.05.2024).
 7. Пак, Ирина Владимировна. Введение в биотехнологию: [учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика"] / И. В. Пак, О. В. Трофимов, О. А. Величко; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т биологии. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2018. — 160 с. — 2-Лицензионный договор № 711/2018-09-19. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). —
<URL:https://library.utmn.ru/dl/PPS/Pak_Trofimov_Velichko_711_UP_2018.pdf> (дата обращения 11.05.2024).
 8. Трофимов, Олег Владимирович. Методы молекулярной генетики: учебно-методическое пособие для студентов биологического факультета / О. В. Трофимов ; [отв. ред. И. В. Пак ; рец.: Г. С. Сивков, В. С. Соловьев] ; Тюм. гос. ун-т, Биол. фак. Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2011. 52 с. ; 21 см Библиогр. : с. 47-49100(в обл.) : 21.20 р. URL: https://ruslan.utmn.ru/pwb/detail?db=BOOKS&id=RU_%D0%98%D0%91%D0%A6%20%D0%A2%D1%8E%D0%BC%D0%93%D0%A3_IBIS_%D0%95%D1%8F73_%D0%A2761-586281977 (дата обращения 16.05.2024).
 9. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. — Генетическая инженерия, 2023-05-21. — Электрон. дан. (1 файл). — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 21.05.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:<http://www.iprbookshop.ru/65273.html> (дата обращения 11.05.2024).
 10. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 160 с. — Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. — URL:<https://e.lanbook.com/book/145846> . — URL:<https://e.lanbook.com/img/cover/book/145846.jpg> . (дата обращения 11.05.2024).