



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)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института наук о  
жизни и биомедицины (Школы)

  
Ю.С.Хотимченко  
ФИО

«21» декабря 2021 г.

## **ПРОГРАММА** **государственной итоговой аттестации**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**  
**19.03.01 Биотехнология**  
**Программа бакалавриата Молекулярная биотехнология**

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения: очная  
Нормативный срок освоения программы  
(очная форма обучения): 4 года  
Год начала подготовки: 2022 г.

Владивосток  
2021

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
программы государственной итоговой аттестации  
по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Молекулярная биотехнология

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.08.2021 г. №№ 736.

Рассмотрена и утверждена на заседании УС Школы  
21 декабря 2021 г. (протокол № 2)

Рассмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ, в составе ОПОП «21»  
января 2022 г. (протокол № 01-22)

Руководитель ОП  
медицинской

биотехнологии В.В,

Директор департамента  
биологии и



Кумейко

Заместитель директора Школы  
по учебной и воспитательной работе

Директор Департамента



О.Л. Калинина

В.В. Кумейко

## Пояснительная записка

Государственная итоговая аттестация выпускника ДВФУ по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология является обязательной и осуществляется после освоения основной профессиональной образовательной программы в полном объеме.

Характеристика профессиональной деятельности выпускника:

Типы задач профессиональной деятельности:

- научно-исследовательский;
- проектный;

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата (специалитета, магистратуры, ординатуры), могут осуществлять профессиональную деятельность:

– - 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований);

– - 02 Здравоохранение (в сферах: биофармацевтики, в том числе в части разработки, исследований и производства лекарственных средств, вакцин нового поколения, антибиотиков и бактериофагов, ферментов медицинского назначения, средств для биотерапии; биомедицины, в том числе в части разработки диагностикумов *in vitro*, молекулярных диагностикумов; персонализированной медицины, в том числе клеточных биомедицинских технологий, биосовместимых материалов; биоинформатики, развития банков биологических образцов, инфраструктурного обеспечения обеспечения исследований на животных).

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает:

– получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации;

– технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;

– эксплуатацию и управление качеством биотехнологических производств с соблюдением требований национальных и международных нормативных актов;

– организацию и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

– управление отдельными стадиями действующих биотехнологических производств;

– организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;

– контроль за соблюдением технологической дисциплины;

– организация и проведение входного контроля сырья и материалов;

– использование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;

– выявление причин брака в производстве и разработка мероприятий по его предупреждению и устранению;

– участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

– участие в работах по наладке, настройке и опытной проверке оборудования и программных средств;

– проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта, составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на проведение ремонтных работ;

– изучение научно-технической информации, выполнение литературного и патентного поиска по тематике исследования;

– участие в организации и проведении научного исследования по актуальной теме;

– выполнение экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, математическая обработка экспериментальных данных;

– участие во внедрении результатов исследований и разработок;

– подготовка данных для составления отчетов, обзоров, научных публикаций;

– участие в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности;

– участие в отдельных научно-исследовательских и прикладных мероприятиях в сфере реализации Программы развития биотехнологий в Российской Федерации

– создание научно-исследовательского потенциала для выпуска

конкурентоспособной продукции;

- разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений;

- организация работы коллективов исполнителей;

- участие в составлении технической документации (графиков работ, технологических инструкций, инструкций по технике безопасности, заявок на материалы и оборудование, документов деловой переписки);

- сбор и подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;

- подготовка документации и участие в реализации системы менеджмента качества предприятия;

- выполнение работ по подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;

- организация и выполнение мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений;

- сбор исходных данных для проектирования технологических процессов и установок;

- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;

- расчет и проектирование отдельных стадий технологического процесса с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

- ведение переговоров с проектными организациями и поставщиками технологического оборудования, оценка результатов проектирования биотехнологических предприятий на стадии проекта;

- участие в разработках основных этапов технологической схемы, исследовании технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках и в разработке нормативно-технической и проектной документации.

Требования к результатам освоения образовательной программы:

В результате освоения ОПОП ВО у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения по дисциплинам (модулям), практикам
	<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 Определяет методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию.</p> <p>УК-1.2 Выбирает современные методы информационных технологий и программные средства поиска, сбора, обработки, и передачи научной информации для решения стандартных задач.</p> <p>УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход, современные программные средства для решения поставленных задач.</p> <p>УК-1.4 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними.</p> <p>УК-1.5 Осуществляет синтез полученной информации на основании принципов логики, критического подхода и системной организации данных.</p> <p>УК-1.6 Формирует обоснованную и логически последовательную позицию, аргументирует свою точку зрения на основе системного подхода и критического анализа, предлагает возможные варианты</p>	

		решения поставленной задачи с учетом возможной критики и ограничений	
	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними.</p> <p>УК-2.2 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>УК-2.3 Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования</p> <p>УК-2.4 Определяет совокупность правовых норм, необходимых для реализации проектов и задач в рамках поставленной цели</p> <p>УК-2.5 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренных действующими правовыми нормами</p> <p>УК-2.6 Оценивает решение поставленных задач на соответствие законодательным и другими нормативным правовыми актами, обеспечивающими реализацию проекта, решение профессиональных задач в рамках поставленной цели</p>	
	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной	

		<p>цели</p> <p>УК-3.2 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды</p> <p>УК-3.3 Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат</p> <p>УК-3.4 Формулирует основные принципы эффективного взаимодействия и правила командообразования; распределяет роли в командной работе.</p> <p>УК-3.5 Определяет подходящую стратегию поведения для достижения поставленной цели и занимает позицию лидера; планирует процесс совместного взаимодействия.</p> <p>УК-3.6 Устанавливает контакт и организует взаимодействие с другими членами команды для достижения поставленной задачи; анализирует достоинства и недостатки совместной работы.</p>	
	<p>УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>УК-4.1 Способность использовать изученные лексические единицы в ситуациях повседневного, социально-культурного и делового общения на английском языке.</p> <p>УК-4.2 Способность распознавать и употреблять изученные грамматические категории и конструкции для осуществления межкультурного общения на английском языке.</p> <p>УК-4.3 Способность строить высказывания,</p>	

		<p>применяя изученные лексико-грамматические единицы в соответствии с правилами английского языка.</p> <p>УК-4.4 Умение составлять и представлять в письменной форме в соответствии с требованиями к оформлению официально-деловые и академические тексты на русском языке: реферат, аннотацию, эссе, резюме, заявление, деловое письмо.</p> <p>УК-4.5 Способность на основе полученных знаний и умений участвовать в дискуссии, создавать и представлять аудитории публичные устные выступления разных жанров</p>	
	<p>УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом философском контекстах</p>	<p>УК-5.1 Анализирует современное состояние общества на основе научного исторического знания.</p> <p>УК-5.2 Объясняет особенности культурного многообразия общества в соответствии с научным историческим знанием.</p> <p>УК-5.3 Отмечает и анализирует особенности межкультурного взаимодействия в историческом контексте.</p> <p>УК-5.4 Воспринимает межкультурное разнообразие общества и особенности взаимодействия в нем в социально-историческом, этическом и философском контекстах.</p> <p>УК-5.5 Осуществляет межкультурное взаимодействие с помощью общих и специальных</p>	

		<p>философских методов построения межкультурной коммуникации с учетом поставленных целей деятельности.</p> <p>УК-5.6 Формирует и поддерживает способы интеграции участников межкультурного взаимодействия с учетом оснований их различий и общности, этического и философского контекстов.</p>	
	<p>УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности</p> <p>УК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи; создает программу образовательной деятельности</p> <p>УК-6.3 Проектирует траекторию личностного и профессионального развития</p>	
	<p>УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>УК-7.1 Понимает роль физической культуры и спорта в современном обществе, в жизни человека, подготовке его к социальной и профессиональной деятельности, значение физкультурно-спортивной активности в структуре здорового образа жизни и особенности планирования оптимального двигательного режима с учетом условий будущей профессиональной</p>	

		<p>деятельности УК-7.2 Использует методику самоконтроля для определения уровня здоровья и физической подготовленности в соответствии с нормативными требованиями и условиями будущей профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.3 Поддерживает должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, регулярно занимаясь физическими упражнениями</p>	
	<p>УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>УК-8.1 Идентифицирует опасные и вредные факторы, прогнозируя возможные последствия их воздействия в повседневной жизни, в производственной деятельности, в условиях чрезвычайных ситуаций</p> <p>УК-8.2 Предлагает средства и методы профилактики опасностей и поддержания безопасных условий жизнедеятельности для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества</p> <p>УК-8.3 Разрабатывает мероприятия по защите населения и персонала в условиях реализации опасностей, в том числе и при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	
	<p>УК-9 Способен принимать обоснованные</p>	<p>УК-9.1 Интерпретирует поведение субъектов экономики в терминах</p>	

	экономические решения в различных областях жизнедеятельности	экономической теории. УК-9.2 Собирает, анализирует и интерпретирует информацию об экономических процессах на микро- и макроуровне. УК-9.3 Применяет модели экономической теории для решения задач в различных областях жизнедеятельности	
	УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-10.1 Анализирует действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности, а также способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней. УК-10.2 Планирует, организует и проводит мероприятия, обеспечивающие формирование гражданской позиции и предотвращение коррупции в обществе УК-10.3 Соблюдает правила общественного взаимодействия на основе нетерпимого отношения к коррупции	

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения по дисциплинам (модулям), практикам
	ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать	ОПК-1.1 Изучает, анализирует и применяет базовые знания и законы,	

	<p>биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях</p>	<p>закономерности физики, биофизики, физико-математических и математических наук для биотехнологии</p> <p>ОПК-1.2 Применяет знание фундаментальной математики и разрабатывает, анализирует, внедряет новые математические модели в теоретической, прикладной и промышленной биотехнологии.</p> <p>ОПК-1.3 Использует основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных биотехнологических задач</p> <p>ОПК-1.4 Работает с методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>ОПК-1.5 Изучает, анализирует, использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.6 Применяет</p>	
--	---	--	--

		<p>знания биологического разнообразия и использует методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач</p> <p>ОПК-1.7</p> <p>Применяет знания основ эволюционной теории, использует современные представления о структурно-функциональной организации генетической информации живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности</p>	
	<p>ОПК-2 Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований</p>	<p>ОПК-2.1 Осуществляет поиск, хранение, обработку и анализ данных цифровой экономики из различных источников и баз данных, представляет ее в требуемом формате с использованием информационных, цифровых и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>ОПК-2.2 Осуществляет</p>	

	информационной безопасности	поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представляет ее в требуемом формате с использованием информационных, цифровых и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности	
	ОПК-3 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-3.2 Применяет знания об основах биотехнологических производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования ОПК-3.3 Осуществляет поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представляет ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий ОПК-3.4 Разрабатывает алгоритмы и программы по	

		основным закономерностям генетики и селекции, геномики, протеомики	
	ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	<p>ОПК-4.1 Применяет базовые представления об основах биотехнологических процессов производства и их организации в производстве биотехнологической продукции</p> <p>ОПК-4.2 Применяет принципы составления технологических расчетов при проектировании новых или модернизации существующих производств и производственных участков производства биотехнологической продукции</p> <p>ОПК-4.3 Использует технологические инструкции по производству биотехнологической продукции</p> <p>ОПК-4.4 Производит расчеты для проектирования производств биотехнологической продукции, технологических линий, цехов, отдельных участков с использованием систем автоматизированного проектирования и программного обеспечения, информационных технологий при создании проектов вновь строящихся и реконструкции действующих</p>	

		<p>предприятий ОПК-4.5 Применяет знания характеристик основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом биотехнологическом процессе</p>	
	<p>ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции</p>	<p>ОПК-5.1 Использует правила эксплуатации технологического оборудования и вспомогательных систем, используемых в выполняемом биотехнологическом процессе ОПК-5.2 Производит расчет и подбор технологического оборудования для организации и ведения технологических процессов в производстве биотехнологической продукции ОПК-5.3 Применяет знания характеристик основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом биотехнологическом процессе ОПК-5.4 Применяет знания, принципов действия, устройства и назначения оборудования, систем безопасности и сигнализации, контрольно-измерительных приборов и автоматики</p>	

		<p>при производстве биотехнологической продукции</p> <p>ОПК-5.5 Проводит подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса получения целевого и готового продукта.</p> <p>ОПК-5.6 Проводит биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов.</p> <p>ОПК-5.7 Использует технологические инструкции по производству биотехнологической продукции</p> <p>ОПК-5.8 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой биотехнологической продукции</p>	
	<p>ОПК-6 Способен разрабатывать составные части технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-6.1 Разрабатывает составные части технологической документации для биотехнологических процессов, учитывая действующие и международные и государственные действующие нормы, правила и стандарты</p> <p>ОПК-6.2 Разрабатывает составные части технологической документации для биотехнологических процессов, учитывая действующие международные и государственные</p>	

		действующие нормы, правила и стандарты	
	<p>ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы</p>	<p>ОПК-7.1 Применяет в научно-исследовательской деятельности в сфере биотехнологий новые методы исследований с учетом правил соблюдения авторских прав; применяет основные методы и приемы проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; применяет методы планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов"</p> <p>ОПК-7.2 Проводит экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы</p> <p>ОПК-7.3 Работает с научно-технической информацией, использует российский и международный опыт в профессиональной деятельности</p>	

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Код и наименование профессиональной компетенции	Код ПС (при наличии ПС) или ссылка на иные основания	Код трудовой функции (при наличии ПС)	Индикаторы достижения компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
<p>ПК-1 Способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>			<p>ПК-1.1 Понимает, анализирует и применяет принципы клеточной организации биологических объектов и биохимические, физико-химические, молекулярно-биологические механизмы развития патологических процессов в клетках и тканях организма человека</p> <p>ПК-1.2 Изучает и исследует взаимоотношения клеток, тканей и функциональных систем организмов</p> <p>ПК-1.3 Проводит системный анализ взаимоотношений клеток, тканей и функциональных систем организмов</p>
<p>ПК-2 Способность и готовностью понимать и анализировать биохимические, физико-химические, молекулярно-биологические механизмы развития патологических процессов в клетках и тканях организма человека</p>			<p>ПК-2.1 Анализирует биохимические, физико-химические, молекулярно-биологические механизмы развития патологических процессов в клетках и тканях организма человека</p> <p>ПК-2.2 Понимает биохимические, физико-химические, молекулярно-биологические механизмы развития патологических процессов в клетках и тканях организма человека</p> <p>ПК-2.3 Исследует физическую структуру биологически важных молекул и физические процессы, лежащие в основе их функционирования с целью выявления связи физической</p>

			<p>структуры и свойств с выполняющими их в организме функциями</p> <p>ПК-2.4 Оценивает и анализирует биологическую природу и целостность организма человека как саморегулирующиеся системы; принципы и механизмы регуляции основных жизненных функций и систем обеспечения гомеостаза; физиологию основных систем человека; анатомо-физиологические особенности организма детей, подростков и взрослых</p>
<p>ПК-3 Способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач</p>			<p>ПК-3.1 Оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека</p> <p>ПК-3.2 "Изучает принципы фармакологии, фармакокинетики, фармакодинамики, метаболизма лекарственных средств; механизмы функционирования и фармакологии периферической и центральной нервной системы; механизмы функционирования и фармакологии кровеносной системы и крови; организацию эндокринной сигнализации в организме и эндокринной фармакологии; основные принципы химиотерапии; организацию иммунной системы, механизмы воспалительного ответа и связанных с ними фармакологических подходах; основы фармакологической токсикологии; современные принципы разработки лекарственных средств и тенденциях фармакологии"</p>

			<p>ПК-3.3 Изучает биохимические основы жизнедеятельности организма и особенности биологических процессов и химических превращений, протекающих в нем, при различных физиологических состояниях, особенности обмена, отдельных классов органических соединений, формирует понимание конкретных молекулярных механизмов физиологических процессов, формирует навыки биохимической диагностики состояния организма</p>
<p>ПК-4 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике</p>			<p>ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне</p> <p>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</p> <p>ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма</p> <p>ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом</p>
<p>ПК-5 Способность разрабатывать компьютерные методы, направленные на получение, анализ,</p>			<p>ПК-5.1 Использует вычислительные системы и инструменты для решения биологических задач</p> <p>ПК-5.2 Применяет</p>

хранение, организацию и визуализацию биологических данных			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
ПК-6 Способность применять знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования			ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
ПК-7 Владение принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации			ПК-7.1 Использует и применяет принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности
ПК-8 Способность проводить биомедицинские исследования с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации			ПК-8.1 Проводит обоснование биомедицинских исследований с целью разработки лекарственных средств с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации ПК-8.2 Определяет цели и задачи биомедицинских исследований и разработок лекарственных средств. Планирует биомедицинские исследования, осуществляет подбор дизайна научных

			<p>исследований в соответствии с целями и задачами</p> <p>ПК-8.3 Проводит биомедицинские исследования с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации, осуществляет анализ полученных результатов</p> <p>ПК-8.4 Интерпретирует полученные результаты биомедицинских исследований и разработок с целью выяснения молекулярных механизмов биохимических процессов</p>
<p>ПК-9 Способность участвовать в разработке биологических (в том числе иммунобиологических) активных фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов для медицинского применения</p>			<p>ПК-9.1 Проводит биомедицинские исследования с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации, осуществляет анализ полученных результатов</p> <p>ПК-9.2 Интерпретирует полученные результаты биомедицинских исследований и разработок с целью выяснения молекулярных механизмов биохимических процессов</p> <p>ПК-9.3 Участвует в разработке биологических (в том числе иммунобиологических) активных фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов для медицинского применения</p>
<p>ПК-10 Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>			<p>ПК-10.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
<p>ПК-11 Способность</p>			<p>ПК-11.1 Работает с научно-</p>

<p>работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности</p>			<p>технической информацией, использует российский и международный опыт в профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-12 Способность и готовность к получению знаний о проблемах здоровья населения разных возрастных групп, о мерах и методах первичной и вторичной профилактики заболеваний, а также привитие понятий гигиенической культуры и здорового образа жизни</p>			<p>ПК-12.1 Применяет основы диагностики состояния здоровья человека, изучает основные факторы, влияющие на здоровье человека; осваивает технологии направленные на сохранение здоровья и предупреждение развития заболеваний; участвует в реализации основных принципов охраны и улучшения здоровья населения разных возрастных групп</p>
<p>ПК-13 Способность и готовность к получению знаний о морально-этических принципах взаимодействия человека с природой и представление о правовых аспектах биоэтики</p>			<p>ПК-13.1 Применяет основные биоэтические принципы в биологических, биомедицинских и биотехнологических исследованиях; использует знания нормативно-правовой базы, регламентирующей научно-исследовательскую деятельность в области биомедицинских и биотехнологических исследований</p>
<p>ПК-14 Способность и готовность к использованию биологических процессов и объектов для производства экономически важных веществ и создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений, а также связанных с промышленным получением экономически важных продуктов с помощью культивируемых клеток растений, сохранением генофонда сельскохозяйственных</p>			<p>ПК-14.1 Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для сохранения генофонда</p> <p>ПК-14.2 Решает проблемы масштабирования при переходе к промышленному</p>

<p>сортов и дикорастущих растений</p>		<p>культивированию растительной биомассы использует техноэкономические особенности биотехнологических процессов на различных стадиях производства инновационных лекарственных препаратов</p> <p>ПК-14.3 Использует факторы определяющие направленный синтез продуктов вторичного метаболизма в культуре растительных клеток in vitro, и технологии клеточной селекции культур-суперпродуцентов вторичных метаболитов</p> <p>ПК-14.4 Применяет методы глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства</p>
<p>ПК-15 Способность и готовность разрабатывать материалы медицинского назначения, изделий из них и медицинской техники, а также техноёмких медицинских технологий с целью повышения качества оказания медицинской помощи, в том числе диагностики, мониторинга и лечения заболеваний</p>		<p>ПК-15.1 Изучает и развивает применение инженерных принципов и концепций в сфере медицины и биологии для создания искусственных органов для компенсации недостаточности физиологических функций</p> <p>ПК-15.2 Разрабатывает биологически совместимые протезы, различные диагностические и лечебные медицинские устройства: клиническое оборудование, аппараты визуализации, а также микроимпланты, рост регенеративной ткани, фармацевтические препараты и терапевтические биопрепараты</p> <p>ПК-15.3 Изучает и развивает технические и</p>

			искусственные биологические объекты, а также медицинскую технику и технологию ее производства и эксплуатации, контроль качества и сертификации для безопасного применения в любых областях биологии и медицины, исследует их взаимодействие с живыми организмами
Тип задач проф. деятельности: проектный;			
ПК-16 Способность и готовность к осуществлению прикладных и практических проектов по изучению биохимических, биофизических и физиологических процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека, способность к применению системного анализа в изучении биологических систем			<p>ПК-16.1 Изучает биохимические, биофизические и физиологические процессы и явления, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека</p> <p>ПК-16.2 Изучает принципы и методы получения специфичных, эффективных и безопасных биомедицинских клеточных продуктов и клеточных линий определенного клеточного состава</p> <p>ПК-16.3 Определяет основные технологические процессы, используемые при производстве биомедицинских клеточных продуктов</p> <p>ПК-16.4 Осуществляет прикладные и практические проекты по восстановлению структуры и функции тканей и органов человека, по активации восстановительных процессов организма человека (регенеративная терапия), по созданию тканей и органов биоинженерными методами (тканевая инженерия), по возможности адресно доставлять лекарственные препараты в организм человека</p>
ПК-17 Способность и готовность к осуществлению прикладных и практических			ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований

проектов по изучению биотехнологических процессов для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур и получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях			технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса
ПК-18 Способность и готовность к применению в научно-исследовательской деятельности в сфере биотехнологий новых методов исследований с учетом правил соблюдения авторских прав			ПК-18.1 Применяет в научно-исследовательской деятельности в сфере биотехнологий новые методы исследований с учетом правил соблюдения авторских прав
ПК-19 Способность находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок			ПК-19.1 Находит и оценивает новые технологические решения, внедряет результаты биотехнологических исследований и разработок
ПК-20 Способность и готовность изучать морскую биотехнологию и биотехнологию аквакультуры для создания биологически ценных препаратов, а также разрабатывать современные подходы к созданию технологий устойчивого культивирования и воспроизводства ценных морских гидробионтов			ПК-20.1 Изучает морскую биотехнологию и биотехнологию аквакультуры для создания биологически ценных препаратов ПК-20.2 Разрабатывает современные подходы к созданию технологий устойчивого культивирования и воспроизводства ценных морских гидробионтов
ПК-21 Способность и готовность к применению в профессиональной деятельности в сфере биотехнологий экономических методов основанных на биопродуктах и биопроцессах, для уменьшения зависимости от ископаемых природных ресурсов, предотвращения сокращения биоразнообразия и создания			ПК-21.1 Формирует базовые теоретические знания и практические профессиональные навыки в области теоретических основ и фундаментальных принципов биоэкономики, а именно: коммерческого продвижения продуктов биотехнологий, эффективного использования результатов фундаментальных исследований в области создания совершенно новых

<p>стимулов к новому экономическому росту используя принципы устойчивого развития</p>			<p>биоматериалов, химических веществ и прорывных видов лекарственных форм; изучает современные технологические тренды развития биоэкономики, современные состояния рынков биотехнологии в России и за рубежом  ПК-21.2 Внедряет направления биоэкономики и биотехнологического менеджмента для управления современными инновационными биотехнологическими производствами, а также навыками коммерциализации научных разработок и технологического предпринимательства</p>
<p>ПК-22 Способность и готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества при организации производства по требованиям надлежащей практики</p>			<p>ПК-22.1 Разрабатывает процедуры по исполнению правил надлежащих практик при разработке, внедрении биомедицинских технологий и производству материалов, лекарственных средств и биомедицинских клеточных продуктов  ПК-22.2 Поддерживает высокие стандарты управления качеством при разработке, производстве и контроле лекарственных средств биотехнологических продуктов и биомедицинских клеточных продуктов  ПК-22.3 Участвует в системе государственной регистрации для обеспечения гарантий соответствия лекарственных средств, биотехнологических продуктов и биомедицинских клеточных продуктов современным требованиям безопасности, качества и эффективности</p>

## **Структура государственной итоговой аттестации**

Блок 3. Государственная итоговая аттестация включает:

- Подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена;
- Подготовку к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

### **Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения**

Целью государственной итоговой аттестации является установление соответствия уровня и качества профессиональной подготовки выпускника по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.08.2021 г. №№ 736.

Государственная итоговая аттестация призвана способствовать систематизации и закреплению знаний и умений обучающегося по направлению подготовки при решении конкретных профессиональных задач, определять уровень подготовки выпускника к самостоятельной работе.

Задачами итоговой государственной аттестации по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль Молекулярная биотехнология) являются:

- оценка теоретической подготовки выпускника по программе «Молекулярная биотехнология»;
- оценка практической подготовки выпускника по программе «Молекулярная биотехнология»;
- оценка навыков самостоятельной работы;
- решение вопроса о присвоении квалификации по результатам государственной итоговой аттестации и выдаче выпускнику диплома о высшем образовании.

При этом целью проведения государственного экзамена по программе «Молекулярная биотехнология» подготовки является:

- оценка знаний, умений, навыков и компетенций, приобретенных выпускником при изучении учебных циклов ОП, в соответствии с требованиями ФГОС.

Целью подготовки и защиты выпускной квалификационной работы является:

– установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями ФГОС к квалификационным характеристикам и уровню подготовки выпускника по программе «Молекулярная биотехнология».

#### Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения

Выпускная квалификационная работа (далее – ВКР) является обязательным видом итоговых аттестационных испытаний. Общие требования к ВКР определены образовательными стандартами, Положением о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» от 27.11.2015 №12-13-2285. Выпускная квалификационная работы выполняется в форме бакалаврской работы. Бакалаврская работа представляет собой самостоятельную аналитическую научно-исследовательскую работу, связанную с решением актуальной исследовательской задачи в соответствии с видами деятельности, предусмотренными направлением 19.03.01 Биотехнология (профиль «Молекулярная биотехнология»). Выпускная квалификационная работа имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, оценку сформированности компетенций обучающегося в соответствии с требованиями образовательного стандарта.

Подготовка и защита ВКР направлена на решение задач, позволяющих определить:

- профессиональную компетентность обучающегося в процессе решения исследовательских задач;
- умение применять теоретические знания для решения исследовательских задач в области молекулярной биотехнологии;
- умение оформления исследовательской работы, ведения научной дискуссии и защиты собственных научных идей и позиций.

При подготовке и защите ВКР обучающийся должен показать владение следующими умениями и навыками:

- обоснование актуальности темы исследования;
- определение целей и задач исследования;
- проведение анализа литературы по теме исследования;

- четкое и последовательное изложение результатов исследования на основе доказательных рассуждений
- системное рассмотрение проблемы;
- использование методов научного познания: применение методов планирования исследования и статистической обработки его результатов;
- высокий уровень логического мышления.

Обучающийся должен обладать широкой эрудицией и богатым кругозором, владеть методологией научного творчества, современными информационными технологиями, методами получения, обработки, хранения и использования научной информации, быть способным к производственно-технологической, научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельностью

### Требования к выпускной квалификационной работе.

#### Критерии оценки

Выпускная работа бакалавра представляет собой выполненное под руководством научного руководителя законченное учебно-научное исследование, актуальное для современных медицинских информационных систем. Работа должна содержать следующие основные разделы: обоснование выбора темы и ее актуальности, физико-математическую постановку задачи, обоснование выбора и изложение методов исследования и решения поставленной задачи (в случае необходимости технико-экономическое обоснование), анализ полученных результатов, список использованной литературы и выводы.

Тематика ВКР разрабатывается научным руководителем совместно обучающимся. Содержание ВКР должно соответствовать основным сферам профессиональной деятельности, определяемым образовательным стандартом. Научный руководитель назначается обучающемуся из числа профессорско-преподавательского состава, имеющих научные степени и/или ученые звания. Когда работа над ВКР обучающимся считается завершенной, она представляется ее научному руководителю для проверки, составления письменного отзыва, содержащего указания на:

- соответствие результатов ВКР поставленным цели и задачам;
- степень сформированности исследовательских качеств и профессиональных компетенций обучающегося;
- умение работать с научной, методической, справочной литературой и электронными информационными ресурсами;

– личные качества обучающегося, проявившиеся в процессе работы над ВКР.

В отзыве научный руководитель формулирует свое мнение о выполненной работе, оценивания ее и рекомендует к защите. В случае если научный руководитель считает работу обучающегося не готовой к защите, обсуждение этого вопроса выносится на заседание структурного подразделения ДВФУ.

Содержание, объем и структура выпускной квалификационной работы

В ходе выполнения дипломной работы студент должен:

– изучить по литературным источникам состояние вопроса по направлению исследования;

– провести анализ информационных материалов, сформулировать цель и задачи работы;

– выбрать и освоить методы исследования, отвечающие поставленным задачам;

– получить, обработать и обобщить экспериментальные данные, сформулировать научно-практические выводы, предложения и рекомендации.

Общий объем пояснительной записки (60-110 стр. машинописного текста).

Содержание и разделы пояснительной записки:

Введение (цели и задачи исследований)

1. Литературный обзор (в том числе заключение по литературному обзору)

2. Объекты и методы исследований

2.1 объекты исследований (общая схема выполнения работы)

2.2 методы исследований

2.3 статистическая обработка данных

3 Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Выводы

Список литературы

Приложения

Рекомендуется для демонстрации во время защиты представлять схему эксперимента и результаты исследования на слайдах.

## Методы выполнения научной выпускной квалификационной работы

Основные этапы выполнения научной ВКР состоят из:

- сбора, анализа и обобщения научной и технической литературы по направлению исследования;
- уточнения задач исследования, формулирования рабочей гипотезы, конкретизации вероятных путей достижения поставленной в работе цели;
- выбора объектов исследования и освоения методов исследования;
- проведения экспериментальных исследований;
- анализа полученных результатов;
- формулирования научно-практических выводов и рекомендаций;
- оформления работы.

Оформление ВКР осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.97-2016 Требования к оформлению документов; ГОСТ Р 7.0.11-2011 СИБИБД. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления; ГОСТ 7.32-2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

### Общие требования к ВКР

- самостоятельность и оригинальность исследования;
- отсутствие компилятивности (заимствований);
- получение новых значимых результатов;
- точное совпадение содержания работы с формулировкой темы;
- логическая последовательность изложения материала;
- обоснованность полученных результатов и выводов.

### Критерии оценки выпускной квалификационной работы

Оценка «отлично» выставляется при условии, если работа:

- носит исследовательский характер, отличается новизной, оригинальностью и самостоятельностью, показывает научную и методическую зрелость обучающегося;
- имеет положительные отзывы научного руководителя;
- показывает умение работать с литературными источниками, высокую культуру речи и орфографическую грамотность;
- имеет конкретный практический результат, прошедший апробацию и положительные внешние отзывы.

Оценка «хорошо» выставляется при условии, если работа:

- носит исследовательский характер, показывает научную и методическую грамотность обучающегося,
- отличается самостоятельностью и содержит в себе элементы новизны;
- имеет положительные отзывы научного руководителя с незначительными замечаниями и пожеланиями;
- показывает умение работать с литературными источниками, хорошую культуру речи и орфографическую грамотность;
- имеет конкретный практический результат, прошедший апробацию и положительные отзывы со стороны.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии, если работа:

- носит исследовательский характер с незначительными элементами новизны, показывает научную и методическую грамотность обучающегося;
- в отзывах научного руководителя содержатся серьезные замечания по содержанию работы и методике анализа;
- показывает недостаточное умение работать с литературными источниками, низкую культуру речи, содержит орфографические ошибки, небрежно оформлена;
- практические результаты не имеют положительных отзывов со стороны.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии, если работа:

- не носит исследовательского характера, не является самостоятельной, не содержит новизны, показывает отсутствие научной и методической грамотности;
- в отзывах научного руководителя имеются принципиальные критические замечания;
- показывает отсутствие умения работать с литературными источниками, низкую культуру речи, содержит орфографические ошибки, небрежно оформлена;
- результаты исследования не имеют практического применения.

#### Критерии оценки результатов защиты ВКР

Оценка	критерии оценки результатов защиты ВКР
«отлично»	

«хорошо»	
«удовлетворительно»	
«неудовлетворительно»	

Итоговая оценка по результатам защиты бакалаврской работы вносится в зачетную книжку и протокол заседания ГЭК по защите ВКР, в которых расписываются председатель и члены экзаменационной комиссии.

По результатам государственной итоговой аттестации принимается решение о присвоении обучающимся квалификации (степени) бакалавр по направлению 19.03.01 Биотехнология (профиль «Молекулярная биотехнология») и выдаче диплома бакалавра.

В случае получения неудовлетворительной оценки при защите выпускной квалификационной работы повторная защита проводится в соответствии с Положением об организации и проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры ДВФУ от 26.05.2022 № 12-13-53 (ПД-ДВФУ-278/4-2022).

#### Требования к организации и проведению защиты ВКР

Переплетенная бакалаврская работа, а также документация к работе (задание, график выполнения, отзыв руководителя, справка о внедрении – при наличии и др.) должны быть подготовлены не позднее, чем за 3 дня до защиты и переданы секретарю ГЭК.

Защита бакалаврской работы проводится с целью проверки качества подготовки обучающихся, их умений вести публичные дискуссии и защищать научные идеи. Защита бакалаврской работы проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава (присутствие председателя ГЭК или его заместителя обязательно), научного руководителя, а также всех желающих.

Порядок и процедура защиты выпускной квалификационной работы определена Положением об организации и проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры ДВФУ от 26.05.2022 № 12-13-53. Секретарь ГЭК, после открытия заседания председателем, объявляет о защите магистерской диссертации, сообщает название работы, фамилии научного

руководителя и рецензента и предоставляет слово обучающемуся, который делает краткое сообщение продолжительностью, как правило, до 20 минут.

После завершения доклада члены ГЭК задают ему вопросы, как непосредственно связанные с темой выпускной квалификационной работы, так и близко к ней относящиеся.

Вопросы могут задавать как члены комиссии, так и все присутствующие на защите. При ответах на вопросы обучающийся имеет право пользоваться своей работой. Затем заслушивают отзыв научного руководителя работы (отзыв зачитывает секретарь ГЭК). После заключительного слова процедура защиты выпускной квалификационной работы считается оконченной. Продолжительность защиты бакалаврской работы составляет, как правило, 45 минут.

Результаты защиты обсуждаются на закрытом заседании ГЭК и оцениваются простым большинством голосов членов комиссии. Научный руководитель и рецензент пользуются правом совещательного голоса, если они не являются членами ГЭК. При равном числе голосов мнение председателя является решающим. Затем приглашаются обучающиеся, и секретарь ГЭК оглашает выставленные оценки.

#### Порядок подачи и рассмотрения апелляций по результатам государственных аттестационных испытаний

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) своем несогласии с результатами государственного аттестационного испытания (форма апелляционного заявления приведена в приложении 1).

Апелляция подается обучающимся лично в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания. Информация о месте работе апелляционной комиссии доводится до студентов в день защиты ВКР.

Для рассмотрения апелляции секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного

испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена) либо выпускную квалификационную работу, отзыв и рецензию (рецензии) (для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы).

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию.

Решение апелляционной комиссии оформляется протоколом и доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

При рассмотрении апелляции о нарушении порядка проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

В случае принятия решения об удовлетворении апелляции о нарушении порядка проведения государственного аттестационного испытания результат проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные университетом.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного аттестационного испытания;

– об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного аттестационного испытания.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее 15 июля.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

#### Рекомендуемая литература для подготовки к государственной итоговой аттестации

##### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Горленко В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К. – Электрон. текстовые данные. <http://www.iprbookshop.ru/24003.html>. – М.: Прометей, 2013. – 262 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-24003&theme=FEFU>

2. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств: Учебное пособие / А.В. Луканин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 304 с.: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-527386&theme=FEFU>

3. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств: Учебное пособие / А.В. Луканин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 451 с.: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-527535&theme=FEFU>

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

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-29441&theme=FEFU>

5. Генетические основы селекции растений. Том 4. Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия [Электронный ресурс]/ О.Ю. Урбанович [и др.]. – Электрон. текстовые данные. <http://www.iprbookshop.ru/29578.html> – Минск: Белорусская наука, 2014. – 654 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-29578&theme=FEFU>

6. Молекулярная биология клетки [в 3 т.]: т. 3 / Брюс Альбертс, Александр Джонсон, Джулиан Льюис [и др.]; с задачами Дж. Уилсона, Т. Ханта; пер. с англ. А.Н. Дьяконовой, А.В. Дюбы, А. . Светлова. – Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2013. – с. 1737-2764. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:772786&theme=FEFU>

7. Молекулярная биология клетки [в 3 т.]: т. 3 / Брюс Альбертс, Александр Джонсон, Джулиан Льюис [и др.]; с задачами Дж. Уилсона, Т. Ханта; пер. с англ. А.Н. Дьяконовой, А.В. Дюбы, А. . Светлова. – Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2013. – с. 1737-2764. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:772786&theme=FEFU>

8. Пинаев, Г.П. Клеточная биотехнология: учебно-методическое пособие / Г.П. Пинаев, М.И. Блинова, Н.С. Николаенко, Г.Г. Полянская, Т.Н. Ефремова, Н.С. Шарлаимова, Н.А. Шубин. – СПб: Политехнический университет, 2011. – 224 с.

9. Регенеративный потенциал мезенхимных стволовых клеток / Б.В. Попов. – Санкт-Петербург: Медкнига «ЭЛБИ», 2015. – 287 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:803153&theme=FEFU>

10. Рябкова, Г.В. Biotechnology (Биотехнология) [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.В. Рябкова – Электрон. текстовые данные. <http://www.iprbookshop.ru/61942.html>. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 152 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-61942&theme=FEFU>

11. Сироткин А.С. Теоретические основы биотехнологии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Сироткин А.С., Жукова В.Б. – Электрон. текстовые данные. <http://www.iprbookshop.ru/63475.html>. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 87 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks->

12. Цоглин, Л.Н. Биотехнология микроводорослей / Л.Н. Цоглин, Н. А. Пронина. – Москва: Научный мир, 2012. – 182 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:706085&theme=FEFU>

13. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию: учебник для вузов по биологическим специальностям / Ю.С. Ченцов. – изд. 4-е, перераб. и доп., стер., перепеч. с изд. 2005. – Москва: Альянс, 2015. – 494 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:776847&theme=FEFU>

Дополнительная литература  
(печатные и электронные издания)

1. Баснакьян, И.А. Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами / И.А. Баснакьян. – М.: Медицина, 1992. – 192 с.

2. Биология стволовых клеток и клеточные технологии: для медицинских вузов в 2 т.: т. 1 / М. А. Пальцев, Р. С. Акчурин, М. А. Александрова [и др.]; под ред. М. А. Пальцева. – Москва: Медицина, Шико, 2009. – 272 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779352&theme=FEFU>

3. Биология стволовых клеток и клеточные технологии: для медицинских вузов в 2 т.: т. 2 / М. А. Пальцев, Р. С. Акчурин, М. А. Александрова [и др.]; под ред. М. А. Пальцева. – Москва: Медицина, Шико, 2009. – 455 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779355&theme=FEFU>

4. Биотехнология. Принципы и применение / под ред. И. Хиггинса, Д.Беста, Дж. Джонса; пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 480 с.

5. Биотехнология: Учебное пособие для вузов. В 8 кн. / Под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1987

6. Биотехнология: Учебное пособие для вузов. В 8 кн. Кн.1: Проблемы и перспективы / Н.С. Егоров, А.В. Олескин, В.Д. Самуилов. – М.: Высшая школа, 1987. – 159 с.

7. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:231970&theme=FEFU>

8. Блажевич, О.В. Культивирование клеток: Курс лекций / О.В. Блажевич – Мн.: БГУ, 2004. – 78 с.

9. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 400 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2119](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2119)

10. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак, пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 589 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:4799&theme=FEFU>

11. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для вузов / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М: Академия, 2006. – 208 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:255141&theme=FEFU>

12. Елинов, Н.П. Основы биотехнологии: учебник / Н.П. Елинов. – СПб.: «Наука», 1995. – 600 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:128910&theme=FEFU>

13. Ермишин А.П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А.П. Ермишин и др.; под ред. А.Л. Ермишина. – Мн.: Тэхналогія, 2005. – 430 с.

14. Микробные ферменты и биотехнология / Под ред. М. В. Фогарти. – М.: Агропромиздат, 1986. – 318 с.

15. Наноструктуры в биомедицине / под ред. К. Гонсалвес [и др.]; пер. с англ. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 519 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8685](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8685)

16. Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок. Вып. 2 / Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания Сибирского отделения Российской академии медицинских наук, Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения; [под ред. Е.М. Иванова]. – Владивосток 1999. – 127 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:710781&theme=FEFU>

17. Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок. Вып. 2 / Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания Сибирского отделения Российской академии медицинских наук, Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения; [под ред. Е.М. Иванова]. – Владивосток 1999. – 127 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:710781&theme=FEFU>

18. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469367>

19. Практическая химия белка. / Пер. с англ. / Под ред. Дарбре А. – М.: Мир, 1989. – 623 с.

20. Садчиков, А.П. Биотехнология культивирования водных беспозвоночных/ Под ред. В.Д. Федорова. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 160 с.:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-348855&theme=FEFU>

21. Сеницын, А.П. Имобилизованные клетки микроорганизмов: учебное пособие / А.П. Сеницын, Е.И. Райнина, В.И. Лозинский, С.Д. Спасов – М.: МГУ, 1994. – 288 с.

22. Степанов В.М. Молекулярная биология, структура и функция белков / под ред. А.С. Спирина. – М.: МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова), 2005. – 336 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10123](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10123)

### Нормативно-правовые материалы

1. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года ВП-П8-2322: утверждена Председателем Правительства Российской Федерации В.Путиным 24 апреля 2012 г. N 1853п-П8 [Электронный ресурс]: // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

2. О биомедицинских клеточных продуктах [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 180-ФЗ от 15 июня 2016 г.: принят Государственной Думой 08 июня 2016 г (с изменениями на 3 августа 2018 года) // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

3. Правила надлежащей практики по работе с биомедицинскими клеточными продуктами (утверждены приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 8 августа 2018 года N 512н) ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

4. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г.: принят Государственной Думой 1 ноября 2011 г. – посл. изм. 03 июля 2016 г. // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

5. Об утверждении порядка уничтожения фальсифицированных биомедицинских клеточных продуктов, недоброкачественных биомедицинских клеточных продуктов и контрафактных биомедицинских клеточных продуктов [Электронный ресурс]: Заключение Министерства экономического развития РФ об оценке регулирующего воздействия на проект Постановления Правительства Российской Федерации от 28 ноября 2016 г. N 36281-СШ/Д26и // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

6. Об утверждении Правил надлежащей клинической практики биомедицинских клеточных продуктов. [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 22 сентября 2017 года N 669н (с изменениями на 25 декабря 2017 года) // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

7. Об утверждении сроков и этапов аккредитации специалистов, а также категорий лиц, имеющих медицинское, фармацевтическое или иное образование и подлежащих аккредитации специалистов [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 25 февраля 2016 г. № 127н // ГАРАНТ: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

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

1. Министерство здравоохранения Российской Федерации – официальный сайт: <https://www.rosminzdrav.ru/>

2. Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения – официальный сайт: <http://mednet.ru/>

3. НИИ биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича – официальный сайт: <http://www.ibmc.msk.ru>

4. Министерство здравоохранения Российской Федерации – официальный сайт: <https://www.rosminzdrav.ru/>

5. Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения – официальный сайт: <http://mednet.ru/>

6. НИИ биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича – официальный сайт: <http://www.ibmc.msk.ru/>

7. Технологическая платформа БиоТех2030 – официальный сайт: <http://biotech2030.ru/>

8. Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН) – официальный сайт: <http://fbras.ru/>

9. Международный биотехнологический центр «Генериум» – официальный сайт: <http://ibcgenerium.ru/>

10. Институт молекулярной генетики РАН – официальный сайт: <https://img.ras.ru/ru>



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)**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института наук о  
жизни и биомедицины (Школы)

Ю.С. Хотимченко

«21» декабря 2021 г.

**ПРОГРАММА**  
**ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**  
**междисциплинарного**  
**по направлению бакалавриата 19.03.01 Биотехнология**  
**профиль «Молекулярная биотехнология»**

Владивосток  
2021

## Требования к процедуре проведения государственного экзамена

Форма проведения государственного междисциплинарного экзамена по направлению 19.03.01 Биотехнология (профиль «Молекулярная биотехнология») устная. Вопросы государственного междисциплинарного экзамена охватывают весь теоретический и практический курс по выносимым на экзамен дисциплинам.

Дисциплины, выносимые на государственный междисциплинарный экзамен:

- Клеточная и молекулярная биология;
- Биомедицинские клеточные технологии;
- Фармацевтическая биотехнология;
- Промышленная биотехнология.

Экзаменационные билеты должны быть оформлены в соответствии с требованиями, представленными в Положении об организации и проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры ДВФУ от 26.05.2022 № 12-13-53 (ПД-ДВФУ-278/4-2022)..

Оригиналы билетов должны иметь соответствующие подписи – руководителя ООП, заместителя директора школы по УВР.

Экзаменационные билеты должны пересматриваться и актуализироваться каждые 2 года в зависимости от специфики дисциплин.

Каждый экзаменационный билет, как правило, содержит три вопроса для проверки уровня теоретических знаний и проверки умений студентов применять теоретические знания при решении практических вопросов.

В каждый билет междисциплинарного экзамена должен быть включен вопрос по профилю выпускника.

Рекомендуется при конструировании вопросов билета следует исходить из содержания дисциплин с учетом требуемого уровня знаний и умений.

Формулирование пунктов экзаменационного билета проводится в повествовательной форме.

Одно из главных условий при составлении билетов – установление примерно одинакового объема экзаменационного материала, степени сложности и трудоемкости вопросов.

Число билетов, требуемых для экзамена, зависит от численности группы, сдающий экзамен, но не менее 25. При этом вопросы билетов

должны охватывать весь объём учебных дисциплин, предусмотренный дидактическими единицами государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Порядок проведения государственного экзамена утвержден в Положении об организации и проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры ДВФУ от 26.05.2022 № 12-13-53.

К государственному экзамену допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования. Проект приказа ректора о допуске обучающихся к государственному экзамену готовится администратором образовательной программы не позднее чем за два календарных дня до дня проведения государственного экзамена.

При проведении государственного экзамена в устной форме обучающемуся предоставляется время для подготовки ответа не менее 45 минут. Для обучающихся из числа инвалидов прием государственного экзамена проводится с учетом их индивидуальных особенностей. По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся государственного экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи: продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут. При подготовке ответа на государственном экзамене обучающемуся разрешается использование наглядных пособий, справочной, учебной литературы.

В день проведения государственного экзамена перед началом заседания ГЭК председателю ГЭК представляется копия приказа ректора о допуске обучающихся к государственному экзамену. Заседание ГЭК правомочно, если в нем участвуют не менее двух третей от числа лиц, входящих в состав ГЭК. Решение ГЭК принимается простым большинством голосов от числа лиц, входящих в состав ГЭК, участвующих в заседании, и оформляется протоколом заседания ГЭК. При равном числе голосов председатель обладает правом решающего голоса.

Регламент проведения государственного экзамена в устной форме: представление обучающегося заведующим выпускающей кафедрой или членом ГЭК по письменному поручению заведующего выпускающей кафедрой; подготовка обучающимся устного ответа по экзаменационному билету; устный ответ обучающегося по вопросам экзаменационного билета

(как правило, не более 10 минут); вопросы председателя и членов ГЭК в письменной и (или) устной форме после ответа обучающегося; ответы обучающегося на заданные вопросы.

Продолжительность проведения государственного экзамена в устной форме не должна превышать, как правило, 20 минут (без учета времени на подготовку ответа).

После аттестации последнего явившегося обучающегося проводится закрытое заседание ГЭК, на котором с учетом мнения председателя и членов ГЭК, присутствовавших на заседании каждому обучающемуся в протокол заседания ГЭК и экзаменационную ведомость выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В зачетную книжку обучающегося также выставляется оценка, полученная на государственном экзамене, кроме оценки «неудовлетворительно».

При оценке результатов сдачи государственного экзамена учитываются следующие стороны подготовки:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с обязательной литературой, с современными публикациями по данному курсу в отечественной и зарубежной литературе;
- 5) умение приложить теорию к практике, решить задачи и т.д.
- 6) знакомство с историей науки;
- 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать предлагаемые (гипотетические) предположения.

Критерии оценки результатов сдачи государственного экзамена:

1. Отметка «отлично» (в соответствии с отличной оценкой) выставляется обучающемуся, глубоко и прочно усвоившему программный материал, способному самостоятельно критически оценить основные концепции дисциплин, в ответе которого теория увязывается с практикой; обучающийся показывает знакомство с актуальной литературой, правильно дает определения всех основных понятий дисциплин, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы.

2. Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, но допускающему небольшие неточности в ответе на вопрос; обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач и отвечает на большую часть дополнительных вопросов.

3. Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, владеющему основным материалом, но испытывающему некоторые затруднения и допускающему неточности в его изложении, недостаточно правильно формулирующему основные понятия дисциплин, допускающему существенные ошибки при выполнении практических заданий и ответах на дополнительные вопросы.

4. Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не владеющему основным материалом, допускающему существенные ошибки, неверно отвечающему на большую часть дополнительных вопросов, с большими затруднениями выполняющему практические задания.

### Содержание программы государственного экзамена

Программа итогового междисциплинарного экзамена включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки, таким как Клеточная и молекулярная биология; Биомедицинские клеточные технологии; Фармацевтическая биотехнология; Промышленная биотехнология.

#### **Клеточная и молекулярная биология**

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода). Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий.

Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).

Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.

Молекулярные основы организации хромосомы. гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление Рекомбинация у бактериофагов.

Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий:

эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.

Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ. Физиология питания. Элементы питания, их значение для процесса биосинтеза. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолитотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.

Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды. Экономический коэффициент и его связь с условиями роста. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физикохимических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов. Норма и стресс, проблема сохранения способности к сверхсинтезам. Физиология отмирания.

Связь структуры и функции. Функциональная цитология, вопросы дифференциации и условия ее вызывающие.

Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования.

Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электронтранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов. Окисление неорганических субстратов. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация.

Основные мономеры конструктивного метаболизма. Пути образования и дальнейшего их использования. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Практическое значение этих процессов. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе. Практическое использование.

Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции. Селекция микроорганизмов. Производственный ферментатор как экологическая ниша. Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.

Понятие гена в «классической» и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.

Молекулярные основы наследственности. Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция днк, ее компоненты. РНК -полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация днк и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген – один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.

Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. Исследование структуры и функции гена.

Элементы генетического анализа. Цис-транс-комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки.

Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Полярный эффект и его супрессия. Катаболитконтролируемые опероны: модель лактозного оперона. Атенуаторконтролируемые опероны: модель триптофанового оперона.

Мультивалентная регуляция экспрессии генов. Посттранскрипционный контроль.

Основы генной инженерии. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

### **Биомедицинские клеточные технологии**

Совершенствование биообъектов, используемых при производстве лекарственных и диагностических препаратов. Методы селекции.

Совершенствование биообъектов, используемых при производстве лекарственных и диагностических препаратов. Методы введения чужеродных генов: трансформация, трансдукция, конъюгация.

Биомедицинская клеточная технология - процесс получения клеточного продукта для восстановления структур и функций тканей и органов человека путем замещения клеток этих тканей и органов клетками, вводимыми извне, или путем активации собственных восстановительных процессов организма человека, для создания тканей и органов биоинженерными методами (тканевая инженерия) с последующим их применением в медицинской деятельности, а также для адресной доставки лекарственных средств в организме человека.

Биомедицинский клеточный продукт – комплекс, состоящий из клеточной линии (клеточных линий) и вспомогательных веществ либо из клеточной линии (клеточных линий) и вспомогательных веществ в сочетании с прошедшими государственную регистрацию лекарственными препаратами для медицинского применения (далее – лекарственные препараты) и (или) медицинскими изделиями.

Реализация биомедицинского клеточного продукта – передача биомедицинского клеточного продукта на возмездной основе и (или) на безвозмездной основе.

Аутологичный биомедицинский клеточный продукт – биомедицинский клеточный продукт, содержащий в своем составе клеточную линию (клеточные линии), полученную из биологического материала определенного человека, и предназначенный для применения этому же человеку.

Аллогенный биомедицинский клеточный продукт – биомедицинский клеточный продукт, содержащий в своем составе клеточную линию (клеточные линии), полученную из биологического материала определенного человека, и предназначенный для применения другим людям.

Комбинированный биомедицинский клеточный продукт – биомедицинский клеточный продукт, содержащий в своем составе клеточные линии, полученные из биологического материала нескольких людей, и предназначенный для применения одному из них.

Образец биомедицинского клеточного продукта – биомедицинский клеточный продукт или его часть, полученные в целях изучения его свойств, в том числе для оценки качества биомедицинского клеточного продукта и его безопасности.

Клеточная линия – стандартизованная популяция клеток одного типа с воспроизводимым клеточным составом, полученная путем изъятия из организма человека биологического материала с последующим культивированием клеток вне организма человека.

Вспомогательные вещества – вещества неорганического или органического происхождения, используемые при разработке и производстве биомедицинского клеточного продукта.

Биологический материал – биологические жидкости, ткани, клетки, секреты и продукты жизнедеятельности человека, физиологические и патологические выделения, мазки, соскобы, смывы, биопсийный материал;

Донор биологического материала (далее также – донор) – человек, который при жизни предоставил биологический материал, или человек, у которого биологический материал получен после его смерти, констатированной в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Донорство биологического материала – процесс посмертного предоставления биологического материала (далее – посмертное донорство) или прижизненного предоставления биологического материала (далее – прижизненное донорство).

Эффективность биомедицинского клеточного продукта – характеристика степени положительного влияния биомедицинского клеточного продукта на течение, продолжительность заболевания или состояния либо на их предотвращение, на сохранение беременности, на медицинскую реабилитацию пациента.

Доклиническое исследование биомедицинского клеточного продукта – биологические, микробиологические, иммунологические, токсикологические, фармакологические, физические, химические и другие исследования биомедицинского клеточного продукта в целях выявления специфического механизма действия такого продукта, получения доказательств его безопасности, качества и эффективности, предшествующие клиническому исследованию биомедицинского клеточного продукта.

Клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта – изучение профилактических, диагностических, лечебных, реабилитационных свойств биомедицинского клеточного продукта в процессе его применения человеку в целях получения доказательств его безопасности и эффективности, данных о побочных действиях такого продукта и нежелательных реакциях, связанных с его применением, а также об эффекте взаимодействия исследуемого биомедицинского клеточного продукта с другими биомедицинскими клеточными продуктами, лекарственными препаратами и (или) медицинскими изделиями, пищевыми продуктами.

Многоцентровое клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта – клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта, проводимое в двух и более медицинских организациях по единому протоколу клинического исследования биомедицинского клеточного продукта.

Международное многоцентровое клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта – клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта, проводимое в различных странах по единому протоколу клинического исследования биомедицинского клеточного продукта.

Пострегистрационное клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта – клиническое исследование биомедицинского клеточного продукта, обращение которого в Российской Федерации осуществляется после государственной регистрации, в целях дополнительного сбора данных о его безопасности и эффективности, расширения показаний к применению такого биомедицинского клеточного продукта, а также выявления нежелательных реакций на его применение.

### **Промышленная биотехнология**

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания биологические (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), химические (химическая технология, физическая (биофизическая) химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), технические (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.). Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.

Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

Основные биообъекты биотехнологии: промышленные растения, животных и человека, микроорганизмы, клетки и ткани, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза. Методы оптимизации питательных сред. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека.

Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата. Авто селекция в хемостате. Полунепрерывные (fed batch culture) и периодические процессы культивирования. Кинетическое описание периодического культивирования.

Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов. Понятие о С-моле биомассы. Влияние затрат субстрата на поддержание жизнедеятельности, на величину кажущегося экономического коэффициента.

Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде. Принципы масштабирования процессов ферментации. Критерии масштабного перехода.

Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Диффузионные ограничения при использовании иммобилизованных ферментов и клеток. Методы контроля специфических параметров процесса ферментации.

Типовые технологические приемы стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза. Флотация клеток и белковых продуктов из культуральной жидкости. Экстрагирование продуктов биосинтеза из биомассы микроорганизмов жидкостями и суперкритическими жидкостями. Центробежная экстракция лабильных продуктов из культуральной жидкости. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов.

Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Вопросы надежности и безопасных условий эксплуатации, контроля

биопроцесса, охраны окружающей среды. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.

Стерилизация технологических потоков и оборудования. Классификация производств биосинтеза по отношению к контаминации. Возможные пути проникновения посторонней микрофлоры в биореактор. Асептическое культивирование. Методы отделения и деструкции контаминантов, их сравнительный анализ. Способы стерилизации жидкостей, твердых субстратов и воздуха. Термическая стерилизация. Аппаратурное оформление стадий. Деконтаминация воздуха и оборудования в производственных помещениях.

Материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза. Влияние условий культивирования продуцента на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к клеткам. Массопередача углекислого газа. Массообменные характеристики ферментационного оборудования. Пенообразование и пеногашение. Перемешивание при ферментации и его виды. Основное ферментационное оборудование, его виды и предварительный подбор.

Биореакторы периодические и непрерывно действующие, полного смешения, полного вытеснения и промежуточного типа. Биореакторы для осуществления асептических, условно-асептических и неасептических операций.

Классификация биореакторов по способу ввода энергии: аппараты с механическим перемешиванием, барботажный, эрлифтный. Основы моделирования биореакторов. Этапы моделирования. Параметры моделирования и их сопоставление. Моделирование по вводимой удельной энергии, по интенсивности массопереноса кислорода. Исследование и разработка принципов и алгоритмов оптимального компьютерного проектирования биотехнологических систем.

Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы (центрифуги осадительного и фильтрующего типа с периодической и с непрерывной выгрузкой осадка; суперцентрифуги; сепараторы для фильтрования и отжима осадков).

Оборудование для концентрирования культуральных жидкостей и нативных растворов вакуум-выпариванием (аппараты с восходящей и падающей пленкой; роторно-пленочные испарители). Оборудование для проведения процессов осаждения (влияние начальной концентрации осаждаемого вещества, температуры на скорость образования осадка).

Оборудование для проведения процессов экстракции из твердой фазы и органическим растворителем (влияние соотношения фаз, времени контакта фаз на эффективность процесса).

Оборудование для баромембранного разделения и очистки продуктов биосинтеза и воздуха (микрофльтрация, ультрафльтрация; обратный осмос; селективность баромембранных процессов; концентрация гелеобразования).

Оборудование для хроматографического концентрирования и разделения компонентов нативного раствора (ионный обмен и гельфльтрация; очистка продуктов биосинтеза на гидрофобных сорбентах). Оборудование для сушки биотехнологической продукции (сушилки распылительные, вальцово-ленточные, барабанные, кипящего слоя, пневматические, сублимационные, вакуумные и вакуумные с подбросом давления).

Оборудование для очистки газо-воздушных выбросов и сточных вод (трубы Вентури, скрубберы мокрой очистки, отстойники, биофильтры, азротенки, окситенки, метантенки).

Принципы регулирования, контроля и автоматического управления процессами биосинтеза. Создание и эксплуатация приборов, систем измерения физико-химических, физиологических и биофизических параметров, компьютеризированных технологических комплексов.

### **Фармацевтическая биотехнология**

Медицинская биотехнология (биотехнология для медицины). Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний. Основы современной иммунобиотехнологии. Гибридная технология. Использование антител для очистки биологических жидкостей. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Производство сывороток. Современные прививочные препараты. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (нормофлоры и пробиотики). Иммуносенсоры. Производство биосенсоров на основе ферментов. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Производство пробиотиков. Производство ферментов медицинского назначения. Создание ферментов с помощью методов генной инженерии. Производство препаратов на основе смеси L-аминокислот для перорального и парентерального питания. Технологии лекарственных препаратов на базе стабильных адресных липосом. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Другие генно-инженерные лекарства и препараты. Производство

иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов. Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Полу синтетические антибиотики. Микробиологическое производство витаминов для здравоохранения.

Технологии продуктов трансформации органических соединений ферментами микробных клеток: сорбит в производстве аскорбиновой кислоты; гидрокортизон и превращение его в преднизолон; продукты дегидрирования, восстановления и гидроксирования стероидов; продукты окисления производных индола и пиридина. Технологии культивирования *in vitro* клеток и тканей растений для получения фитопрепаратов и лечебно-профилактических добавок.

**Перечень вопросов  
государственного экзамена по направлению бакалавриата  
19.03.01 Биотехнология  
профиль «Молекулярная биотехнология»**

1. История молекулярной биологии, задачи и область исследований.
2. Молекулярные основы строения живой материи. Химические элементы, содержащиеся в живых организмах. Химические вещества, содержащиеся в живых организмах.
3. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).
4. Белки. Строение белков. Классификация белков. Свойства белков. Функции белков. Структурная функция. Каталитическая, или ферментативная, функция. Защитная функция. Регуляторная функция. Транспортная функция. Энергетическая функция. Буферная функция. Питательная функция.
5. Нуклеиновые кислоты. Строение нуклеиновых кислот. Организация генетического материала. Классификация генов
6. Понятие гена в «классической» и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.
7. Передача генетической информации. Репликация ДНК. Репарация ДНК. Рекомбинация ДНК. Подвижные (мобильные) генетические элементы: транспозоны. Внехромосомные генетические элементы.
8. Реализация генетической информации. Синтез белка. Транскрипция ДНК. Синтез ДНК на матрице РНК (обратная транскрипция). Трансляция.
9. Наследственность и изменчивость. Мутагенез. Классификация мутаций. Мутагенные факторы.
10. Основы генной инженерии. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования.
11. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
12. Растительные клетки. Применение в биотехнологическом процессе для трансформации лекарственных веществ.
13. Суспензионное культивирование растительных клеток: параметры биообъекта, требующие учета; аппараты для культивирования.

14. Совершенствование биообъектов, используемых при производстве лекарственных и диагностических препаратов. Методы селекции.

15. Совершенствование биообъектов, используемых при производстве лекарственных и диагностических препаратов. Методы введения чужеродных генов: трансформация, трансдукция, конъюгация.

16. Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.

17. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

18. Современная биотехнология. Понятие биообъекта. Общие сведения о биологических объектах. Основные группы биологических объектов, применяемых в биотехнологии.

19. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

20. Культуры растительных клеток и тканей: понятие, виды, характеристика, сферы практического применения. Фитогормоны: ауксины и цитокинины, их значение для получения культуры растительных тканей.

21. Биологические объекты животного происхождения. Характеристика. Примеры биологически активных веществ, получаемых на их основе.

22. Биотехнология как базовый этап и как один из промежуточных этапов получения готового продукта. Биотехнологический процесс, полностью обеспечивающий получение целевого продукта.

23. Слагаемые биотехнологического производства. Подготовительные и основные этапы производства.

24. Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза.

25. Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Методы оптимизации питательных сред.

26. Требования к сырью (включая вопросы его предварительной обработки), биостимуляторам и другим элементам. Оптимизация процессов биосинтеза.

27. Методы стерилизации технологического воздуха, оборудования и питательных сред в биотехнологическом производстве.

28. Термическая стерилизация питательных сред. Критерий Дейндорфера-Хэмфри. Сохранение биологической полноценности сред при их стерилизации.

29. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата.

30. Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде. Принципы масштабирования процессов ферментации. Критерии масштабного перехода.

31. Условия, необходимые для высших организмов и микроорганизмов в биотехнологических системах при производстве. Системы жизнеобеспечения.

32. Критерии, характеризующие процесс биосинтеза.

33. Влияние физических, химических, и биологических факторов на процессы ферментации.

34. Отличительные различия между глубинной и поверхностной ферментацией.

35. Промышленные биореакторы и основные виды биореакторов.

36. Общие сведения об устройстве биореакторов разных типов. Биореакторы каких типов используются для работы с промышленными биокатализаторами.

37. Ферментационные аппараты (ферментеры). Системы регуляции процесса.

38. Особенности выделения целевых продуктов из культуральной жидкости, отличающие процесс от выделения целевых продуктов при органическом синтезе.

39. Хемостатный и турбидостатный режимы культивирования. Характеристика аппаратного оформления процессов.

40. Центрифугирование и сепарирование в биотехнологическом производстве. Виды центрифуг. Виды сепараторов. Специфика применения при работе с биообъектами и продуктами биосинтеза.

41. Методы сушки применительно к биообъектам и продуктам биосинтеза. Распылительные «сушилки». Сублимационные «сушилки».

Физические явления в клетке при замораживании.

42. Методы культивирования растительных клеток. Каллусные и суспензионные культуры. Иммобилизация растительных клеток.

43. Методы фильтрования в биотехнологическом производстве. Специфика, связанная с биообъектами и параметрами культуральных жидкостей. Предварительная обработка культуральных жидкостей. Фильтр-прессы. Листовые фильтры.

44. Мембранные методы разделения в биотехнологическом производстве. Микрофильтрация. Электродиализ. Обратный осмос. Ультрафильтрация.

45. Иммобилизация ферментов и целых клеток биообъектов в биотехнологическом производстве. Экологические и экономические преимущества.

46. Общая классификация биотехнологической продукции. Классификация биотехнологической фармацевтической продукции.

47. Биосинтез и органический синтез – взаимодополняющие пути создания лекарств (на примере антибиотиков и гормонов).

48. Использование свойств биообъекта для его совершенствования в целях создания эффективного и безопасного производства лекарственных средств.

49. Биотехнологическое получение лекарственных средств на основе культур растительных клеток. Тотипотентность. Преимущества использования клеточных культур.

50. Биотехнология аминокислот. Химико-энзимотический метод получения. Микробиологический синтез.

51. Внутриклеточная регуляция биосинтеза аминокислот и пути интенсификации этого процесса в производстве.

52. Конструирование штаммов-продуцентов аминокислот и пути интенсификации процесса путем оптимизации условий ферментации.

53. Получение витаминов и коферментов методами биотехнологии. Производство витамина В<sub>12</sub>. Продуценты. Генно-инженерный штамм.

54. Производство витамина В<sub>2</sub>. Продуценты. Генно-инженерный штамм.

55. Производство аскорбиновой кислоты. Сочетание этапов химического синтеза и биоконверсии. Микроорганизмы, осуществляющие биоконверсию в различных схемах получения аскорбиновой кислоты. Этап перевода D-сорбита в L-сорбозу.

56. Получение витамина РР. Продуценты НАД. Пути повышения выхода целевого продукта.

57. Продуценты эргостерина,  $\beta$ -каротина, убихинонов. Биотехнологические схемы получения.

58. Микробиологическая трансформация стероидов при создании лекарственных стероидных препаратов. Основные источники сырья для производства стероидных препаратов.

59. Физиологическая целесообразность биопревращений стероидных соединений. Биоконверсия стероидов. Биообъекты, используемые для процессов 11-гидроксилирования, 1, 2-дегидрирования, отщепления боковой цепи.

60. Общие данные о биосинтезе антибиотиков. Продуценты антибиотиков. Предшественники  $\beta$ -лактамных антибиотиков, аминогликозидов, эритромицина, тетрациклина. Мультиферментные комплексы в клетках продуцентов антибиотиков.

61. Регуляция биосинтеза антибиотиков. Углерод- и азоткатаболитная регуляция. Ингибирование по типу обратной связи (ретро- ингибирование).

62. Плесневые грибы – продуценты антибиотиков. Основные особенности строения клетки и цикла развития при ферментации. Антибиотики, образуемые грибами.

63. Актиномицеты – продуценты антибиотиков. Особенности строения и цикла развития при ферментации. Антибиотики, образуемые актиномицетами.

64. Бактерии (эубактерии) – продуценты антибиотиков. Строение клетки. Антибиотики, образуемые бактериями.

65. Полусинтетические антибиотики. Биосинтез и оргсинтез при создании полусинтетических антибиотиков (примеры).

66. Механизмы резистентности к  $\beta$ -лактамным антибиотикам. Новые  $\beta$ -лактамные антибиотики, эффективные против резистентных форм бактерий. Целенаправленная трансформация.

67. Механизмы развития резистентности к аминогликозидным антибиотикам. Новые эффективные аминогликозиды. Целенаправленная трансформация.

68. Липосомальные лекарственные формы антибиотиков. Преимущества перед традиционными формами. Методы получения.

69. Природные источники генов резистентности к антибиотикам. Организационные мероприятия как один из путей борьбы с антибиотикорезистентностью.

70. Молочнокислые бактерии. Механизмы подавляющего действия на патогенные и гнилостные бактерии. Другие функции, благоприятные для организма человека. Препараты на основе молочнокислых бактерий.

71. Рекомбинантные белки. Конструирование и особенности культивирования микроорганизмов-продуцентов чужеродных для них белков.

72. Очистка рекомбинантных белков, полученных путем микробиологического синтеза. Специфические примеси в конечном продукте: контроль и удаление.

73. Инсулин. Источники сырья. Рекомбинантный инсулин человека. Причины получения путем микробиологического синтеза. Схема производственного процесса. Конструирование штаммов-продуцентов инсулина человека. Преимущества кишечной палочки как продуцента.

74. Вакцины. Классификация. Характеристика каждого отдельного типа вакцин: живые, инактивированные, субъединичные, ДНК-вакцины.

75. Особенности технологии получения вакцин. Контроль специфической активности. Хранение.



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)**

**Департамент медицинской биологии и биотехнологии**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

**по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль Молекулярная биотехнология**

\_\_\_\_\_ учебный год

**Экзаменационный билет № \_\_1\_\_**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Директор департамента  
Руководитель ОП  
Зам. директора по УВР  
М.П. (школы)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_