

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»**

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ**

А. С. Воронцов



_____ 20__ г.

ПРОГРАММА

реализации блока «ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ»

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Программа реализации блока «Государственная итоговая аттестация» (ГИА) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение 2024.

1. Место компонента в структуре ОПОП ВО.

ГИА относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: «Государственная итоговая аттестация».

Государственный экзамен по специальности «Фундаментальная и прикладная биология» носит комплексный характер, проводится по одной или нескольким дисциплинами (или) модулям образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся письменную работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Защита выпускной квалификационной работы представляет собой выступление обучающегося с устным докладом перед государственной экзаменационной комиссией, об основных результатах подготовленной выпускной квалификационной работы.

2. Содержание и объем государственной итоговой аттестации:

В Государственную итоговую аттестацию входят:

государственный экзамен (включая подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена) – 3 з.е.;

защита выпускной квалификационной работы (включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты) – 6 з.е.

3. Входные требования для прохождения итоговой государственной аттестации

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

4. Перечень компетенций в результате освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу специалитета должен обладать следующими универсальными компетенциями:

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной	УК-1.1. Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием системного подхода. УК-1.2. Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
деятельности.	
<p>УК-2. Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах естествознания.</p>	<p>УК-2.1. Применяет знания о проблемах и перспективах прикладных и фундаментальных направлений современной биологии для постановки и решения задач в сфере профессиональной деятельности. УК-2.2. Использует знания физиологии при решении прикладных задач биологии (в том числе биомедицинских). УК-2.3. Применяет физические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого. УК-2.4. Грамотно использует терминологию и понятийный аппарат естественных наук.</p>
<p>УК-3. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач</p>	<p>УК-3.1. Анализирует философские тексты. УК-3.2. Использует основные идеи и категории философии при решении социальных и профессиональных задач.</p>
<p>УК-4. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.</p>	<p>УК-4.1. Предлагает последовательность действий при реализации проекта. УК-4.2. Реализует на практике план проекта. УК-4.3. Критически анализирует результаты выполнения проекта.</p>
<p>УК-5. Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели.</p>	<p>УК-5.1. Учитывает интересы, особенности поведения и мнения (в т.ч., критические) людей при разрешении возникающих в группе/коллективе разногласий, споров и конфликтов с учетом интересов сторон и поиска компромиссов для выполнения поставленных задач.</p>
<p>УК-6. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-6.1 Осуществляет письменную и устную коммуникацию на иностранном языке в академической сфере. УК-6.2 Осуществляет письменную и устную коммуникацию на иностранном языке в профессиональной сфере. УК-6.3. Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия. УК-6.4. Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем. УК-6.5. Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающим задачам профессиональной деятельности.</p>

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
<p>УК-7. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах.</p>	<p>УК-7.1. Использует информационно-коммуникационные технологии для сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования биологической информации. УК-7.2. Использует современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах. УК-7.3. Реализует навыки обработки и представления информации с использованием современных компьютерных технологий.</p>
<p>УК-8. Способен интерпретировать историю России в контексте мирового исторического развития</p>	<p>УК-8.1. Интерпретирует события в мире, опираясь на понимание истории России.</p>
<p>УК-9. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;</p>	<p>УК-9.1. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций, связанных с антропогенной деятельностью в различных регионах мира.</p>
<p>УК-10. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни, формировать приоритеты личностного и профессионального развития.</p>	<p>УК-10.1. Критически анализирует собственный интеллектуальный потенциал, оценивает возможные направления саморазвития. УК-10.2. Выстраивает профессиональную траекторию на основе адекватной самооценки.</p>
<p>УК-11. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p>	<p>УК-11.1 Систематически занимается физической культурой и/или спортом. УК-11.2. Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности.</p>
<p>УК-12. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.</p>	<p>УК-12.1. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности. УК-12.2. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций. УК-12.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения.</p>
<p>УК-13. Способен использовать базовые знания в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, понимать экологические ограничения и последствия в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>УК-13.1. Владеет основными методами экологического прогнозирования и моделирования для решения практических задач в своей профессиональной области.</p>
<p>УК-14. Способен использовать основы правовых знаний в различных областях жизнедеятельности и формировать</p>	<p>УК-14.1. Использует основы правовых знаний для защиты своих гражданских прав. УК-14.2</p>

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
нетерпимое отношение к коррупционному поведению в социальной и профессиональной среде.	Знает основы антикоррупционного законодательства.
УК-15. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.	УК-15.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике. УК-15.2 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, контролирует собственные экономические и финансовые риски.
УК-16. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.	УК-16.1. Использует базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.

Выпускник, освоивший программу специалитета должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

<p>ОПК-1. Способен применять знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы.</p>	<p>ОПК-1.1. Применяет знания о зоологическом многообразии в сфере профессиональной деятельности и сфере охраны окружающей среды.</p> <p>ОПК-1.2. Применяет знания по вирусологии для решения задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.3. Применяет знания по гистологии для решения задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.4. Применяет знания о физиологии растительных объектов для решения профессиональных задач в лабораторных и полевых условиях, с привлечением современных физиологических и молекулярно-биохимических методов анализа и оценки состояния растений.</p> <p>ОПК-1.5. Использует знания о биологических макромолекулах, их функциях и путях образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> <p>ОПК-1.6. Применяет знания о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях.</p> <p>ОПК-1.7. Использует знания о разнообразии, развитии и эволюции объектов ботаники в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.8. Использует знания о современных методах биоинформатики, математического и молекулярного моделирования для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях.</p> <p>ОПК-1.9. Использует знания о биологических макромолекулах, их функциях и путях образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> <p>ОПК-1.10. Использует знания современных технологий метаболической инженерии для решения инновационных задач биотехнологий.</p> <p>ОПК-1.11. Применяет современные технологии геномного редактирования для решения научно-практических задач.</p> <p>ОПК-1.12. Использует знания о структурной организации клеток и их пластических возможностях для решения фундаментальных задач клеточной биологии в лабораторных условиях.</p> <p>ОПК-1.13. Использует знания принципов и методов синтеза, анализа и контроля веществ при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.14. Анализирует и интерпретирует результаты моделирования биологических систем и процессов.</p> <p>ОПК-1.15. Использует знания классических и современных методов биотехнологии при выполнении научно-исследовательской работы.</p>
---	---

<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности.</p>	<p>ОПК-2.1 Планирует и проводит работы с биологическими объектами, соблюдая требования биоэтики.</p>
	<p>ОПК-2.2. Проводит внешнее морфологическое и анатомическое описание и систематическую идентификацию протистов, позвоночных и беспозвоночных животных, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности.</p>
	<p>ОПК-2.3. Применяет полученные знания для решения теоретических и прикладных задач гистологии, проведения биологических экспериментов в области гистологии с использованием современных методов микроскопического анализа тканей, а также информационных технологий в области гистологии.</p>
	<p>ОПК-2.4. Планирует и проводит биологические эксперименты в области физиологии растений с растительными объектами, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, современные физико-химические и физиолого-биохимические методы.</p>
	<p>ОПК-2.5. Использует знания о классах веществ, из которых состоят живые организмы, их функциях и путях образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p>
	<p>ОПК-2.6. Использует знания о методах исследования биологических макромолекул, их функций и путей образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p>
	<p>ОПК-2.7. Планирует биологические эксперименты, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности.</p>
	<p>ОПК-2.8. Применяет знания методологии микробиологии для идентификации, классификации и культивирования микроорганизмов.</p>
	<p>ОПК-2.9. Планирует и проводит биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование объектов ботаники.</p>
	<p>ОПК-2.10. Применяет физические и математические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого.</p>
	<p>ОПК-2.11. Проводит биологический эксперимент в рамках эмбриологического исследования, руководствуясь принципами биоэтики.</p>
	<p>ОПК-2.12. Применяет знания о методах исследования биологических макромолекул, их функций и путей образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p>

	<p>ОПК-2.13. Разрабатывает биологические и математические модели и методы для расчета параметров роста микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды и условий культивирования в экспериментальных и производственных условиях.</p>
	<p>ОПК-2.14. Анализирует и интерпретирует результаты цитологических исследований.</p>
	<p>ОПК-2.15. Применяет методологию научного подхода при выполнении исследований биотехнологической направленности.</p>
<p>ОПК-3. Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов математики и естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-3.1. Использует основные понятия и концепции геологии, географии и почвоведения для решения задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.2. Применяет современные методы анализа данных (статистическое оценивание и проверка гипотез, методы многомерного статистического анализа и исследования зависимостей) с использованием пакета прикладных компьютерных программ анализа данных STATISTICA.</p> <p>ОПК-3.3. Применяет современные теоретические и методические подходы физической химии для решения междисциплинарных задач в сфере наук о жизни.</p> <p>ОПК-3.4. Использует подходы аналитической химии для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.5. Применяет методы математического анализа и линейной алгебры для исследования конкретных задач, в том числе в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.6. Демонстрирует сформированное естественнонаучное мировоззрение, опирающееся на современную физическую картину мира.</p> <p>ОПК-3.7. Использует знание современных теоретических и методических подходов общей и неорганической химии для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.8. Использует знание современных теоретических и методических подходов органической химии для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.9. Применяет физические законы для описания процессов, происходящих в биологических системах.</p>
<p>ОПК-4. Способен обосновывать критерии биологической и экологической безопасности, разрабатывать биологические и математические модели и методы для выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном,</p>	<p>ОПК-4.1. Применяет знания о разнообразии микроорганизмов и микробных процессах для обоснования критериев биологической и экологической безопасности.</p>

клеточном, организменном, популяционном и экосистемном уровнях.	
ОПК-5. Способен разрабатывать и внедрять новые методы и технологии для решения профессиональных задач в области биологии и экологии человека.	ОПК-5.1. Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биозтики, техники безопасности и информационной безопасности. ОПК-5.2. Анализирует перспективность конкретных способов получения ферментов.
ОПК-6. Способен анализировать свою профессиональную деятельность и пути ее развития, а также в соответствии с нормами, принятыми в профессиональном сообществе, представлять ее результаты различным аудиториям и предлагать способы их внедрения.	ОПК-6.1. Владеет общепринятыми стандартами ведения лабораторной деятельности, проведения эксперимента и ведения лабораторной отчетности. ОПК-6.2. Владеет современными инструментами безопасного культивирования микроорганизмов, лабораторной отчетности и анализа данных. ОПК-6.3. Формулирует заключения, выводы и рекомендации по результатам анализа информации биотехнологического профиля.
ОПК-7. Способен использовать знания о свойствах биологических систем различных уровней организации и условиях их существования с целью организации охраны и восстановления биоресурсов, мониторинга среды обитания	ОПК-7.1. Использует знания об иммунитете как свойстве, присущем живым организмам и о его механизмах на разных уровнях организации биологических систем: от молекулярного до уровня целого организма. ОПК-7.2. Использует знания о популяциях, сообществах, экосистемах и условиях их существования для организации охраны и восстановления биоресурсов, а также мониторинга среды обитания. ОПК-7.3. Использует знания о микроорганизмах, их сообществах в экосистемах и условиях их существования для выделения новых видов, организации восстановления биоресурсов, охраны и мониторинга среды обитания.
ОПК-8. Способен использовать и развивать новые представления и методы в области генетики, биотехнологии, биоинженерии, биоинформатики, синтетической биологии, моделирования биологических процессов для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и экологии (в том числе биомедицинских).	ОПК-8.1. Применяет полученные знания для научных исследований по вирусологии, биотехнологии, биоинженерии, и для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии (в том числе биомедицинских). ОПК-8.2. Использует знания о генетике, методах генетических исследований, основных принципах и подходах для осуществления профильной экспериментальной деятельности. ОПК-8.3. Использует физические, физико-химические, биофизические, молекулярно-биологические, биоинженерные методы для решения профессиональных задач исследования биологических систем. ОПК-8.4. Предлагает оптимальные условия для культивирования микроорганизмов для получения биомассы или целевого продукта с учетом биологической и экологической безопасности процесса.

	<p>ОПК-8.5. Анализирует тренды развития микобиотехнологии для крупномасштабных производств продуктов, препаратов медицинского, сельскохозяйственного, природоохранного и индустриального назначения.</p> <p>ОПК-8.6. Систематизирует, анализирует и использует информацию биологического содержания, оценивая актуальность и степень новизны данных при решении задач НИР.</p>
<p>ОПК-9. Способен проводить биологические исследования материалов для нужд промышленности и социальной сферы (в том числе доклинические испытания лекарственных средств, биологически активных веществ, биосовместимых, биоразлагаемых и гибридных материалов и конструкций, природных и антропогенных токсикантов).</p>	<p>ОПК-9.1. Использует знания о классах веществ, из которых состоят живые организмы, их функций и путях образования для проведения медицинских и технологических биохимических анализов.</p>
<p>ОПК-10. Способен разрабатывать и использовать методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования.</p>	<p>ОПК-10.1. Использует базовые экологические принципы для разработки методов оценки состояния экосистем, с опорой на знания о взаимодействии видов с окружающей средой и между собой.</p> <p>ОПК-10.2. Использует базовые микробиологические принципы для разработки методов по выделению новых видов микроорганизмов.</p> <p>ОПК-10.3. Разрабатывает и использует методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования.</p>
<p>ОПК-11. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-11.1. Использует современные информационно-коммуникационные технологии в исследовательской деятельности в сфере биологии.</p> <p>ОПК-11.2. Использует современные теоретические и полуэмпирические методы биологии и биотехнологии при решении задач научного исследования.</p>

Профессиональные компетенции выпускника, освоившего программу специалитета
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

<p>ПК-1. Способен определять методологию исследования, демонстрировать системное понимание области исследования и предлагать методы решения поставленных задач в области биологии и экологии.</p>	<p>ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.</p> <p>ПК-1.2. Предлагает возможные экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>
--	---

<p>ПК-2. Способен проводить научные исследования по актуальным проблемам биологии и экологии, соблюдая принятый в профессиональном сообществе академический протокол.</p>	<p>ПК-2.1. Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках заданной темы. ПК-2.2. Систематизирует информацию, полученную в ходе собственных исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. ПК-2.3. Предлагает возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.</p>
<p>ПК-3. Способен представлять результаты научно-исследовательской деятельности в публикациях, устных сообщениях и докладах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.</p>	<p>ПК-3.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке. ПК-3.2. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках.</p>

Экспертно-аналитический тип задач профессиональной деятельности:

<p>ПК-4. Способен анализировать результаты научно-исследовательских работ и составлять аналитические обзоры.</p>	<p>ПК-4.1. Оценивает научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований. ПК-4.2. Анализирует технологические схемы реальных биотехнологических процессов. ПК-4.3. Анализирует результаты научно-исследовательских работ для составления аналитических обзоров.</p>
<p>ПК-5. Способен разрабатывать рекомендации по практическому использованию результатов исследований в области биологии и экологии.</p>	<p>ПК-5.1. Составляет материальный и энергетический баланс отдельного биотехнологического производства. ПК-5.2. Осуществляет разработку способов оптимизации методов получения различных метаболитов, образуемых микроорганизмами.</p>
<p>ПК-6. Способен участвовать в проведении экспертных работ и составлении экспертных заключений, касающихся биологических объектов и процессов.</p>	<p>ПК-6.1. Использует знания решений типовых биотехнологических задач в промышленном производстве при участии в проведении экспертных работ. ПК-6.2. Осуществляет количественные оценки эффективности технологической схемы получения ферментов.</p>

Опытно-конструкторский тип задач профессиональной деятельности:

<p>ПК-10. Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии.</p>	<p>ПК-10.1 Проводит поиск, критический анализ и синтез научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии.</p>
--	--

Специализированные профессиональные компетенции выпускника, освоившего программу специалитета

<p>СПК-1. Способен осуществлять критический анализ информации в области</p>	<p>СПК-1.1. Анализирует стратегии развития генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, с учётом</p>
--	--

генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности	возможностей и современных требований.
СПК-2. Владеет методами базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и применяет их в практической деятельности.	СПК-2.1. Применяет методы базовых лабораторных исследований в области биотехнологий в практической деятельности. СПК-2.2. Применяет методы базовых лабораторных исследований в области генетической модификации микроорганизмов в практической деятельности.
СПК-3. Способен применять профессионально профилированные знания для прогнозирования и определения потенциала использования биотехнологии растений	СПК-3.1. Прогнозирует и определяет потенциал использования биотехнологии растений.
СПК-4. Владеет современными методами биотехнологии и биоинженерии прокариотических и эукариотических организмов для решения задач по созданию продуцентов белков, пептидов и биологически активных веществ с заданными свойствами с учетом современных трендов	СПК-4.1. Использует современные методы биотехнологии и биоинженерии прокариотических и эукариотических организмов для решения задач по созданию продуцентов белков, пептидов и биологически активных веществ с заданными свойствами с учетом современных трендов
СПК-5. Способен использовать современные методы энзимобиотехнологии прокариот и эукариот для получения новых эффективных продуцентов и оптимизации технологического процесса получения ферментов.	СПК-5.1. Использует современные методы энзимобиотехнологии прокариот и эукариот для получения новых эффективных продуцентов и оптимизации технологического процесса получения ферментов.

5. Фонд оценочных средств государственной итоговой аттестации

5.1. Государственный экзамен

Государственный экзамен по специальности предусматривает проверку сформированности общепрофессиональных компетенций, предусмотренных Образовательным стандартом МГУ по специальности «Фундаментальная и прикладная биология», знаний фундаментально-теоретического и прикладного характера, навыков и умений, свидетельствующих о профессиональной подготовленности выпускника специалитета к работе в сфере фундаментальных и прикладных научных исследований в рамках избранной им области науки.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает два вопроса, отражаемых в протоколе. Формулировки вопросов, включенных в билеты (см. ниже), разрабатываются в соответствии с программами учебных дисциплин (модулей) и перечнем формируемых компетенций, подлежащих проверке на государственном экзамене.

Перечень типовых контрольных вопросов (заданий) для проведения государственного экзамена

I. Биотехнология микроорганизмов и биотехнологические процессы.

1. Характеристики микроорганизмов, определяющие возможности их промышленного использования.

2. Основные виды микробиологической продукции: примеры, объемы продаж, рынки, перспективы. Получение пищевых продуктов с помощью брожений. Типы применяемых брожений, примеры.
3. Получение спиртосодержащих и молочнокислых продуктов с помощью традиционных способов, примеры их и описание технологий.
4. Значение аминокислот и их применение в пищевой и химической промышленности, производстве кормов, медицине.
5. Стратегии создания штаммов-микроорганизмов-продуцентов аминокислот. Получение отдельных аминокислот и их очистка.
6. Микробиологический синтез органических кислот, витаминов и полисахаридов - примеры продуцентов и продуктов, области применения, основные принципы производства.
7. Получение нуклеозидов и нуклеотидов с помощью микробиологических синтезов, примеры производств.
8. Антибиотики: их общая характеристика и классификация. Получение антибиотиков с помощью микробиологических синтезов. Поиск и стратегии создания эффективных штаммов-продуцентов антибиотиков.
9. Получение белково-витаминных концентратов промышленным путем, субстраты, применение.
10. Получение детергентов с помощью микробиологических синтезов, их применение, примеры.
11. Получение биоматериалов с помощью микроорганизмов, их применение. Получение и использование биосенсоров.
12. Виды возобновляемого топлива для замены ископаемых ресурсов. Альтернативная энергетика и поколения возобновляемых топлив. Примеры и области применения. "Голубая" биотехнология. Примеры получаемых продуктов, области применения, значение.
13. Биоремедиация и методы очистки сточных вод, почв, воздуха.
14. Техника безопасности при биотехнологических работах и сертификация биотехнологической продукции, GMP и GLP.
15. Открытие нового биотехнологического производства: рынки, инвестиции.
16. Патентование в биотехнологии: «новизна», «полезность» и «неочевидность».

Литература к разделу:

1. Нетрусов А.И. «Введение в биотехнологию», 2-е изд., учебник для вузов, грифованный (биол. науки). М., изд-во «Академия», 2015, стр. 288 (18 пл). Тир. 1000 экз. ISBN ISBN 978-5-4468-2293-5.
2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. М., Бином, 2014, 325 с.

II. Микробиологическая энзимобиотехнология

1. Понятие и разделы энзимобиотехнологии. Сферы применения ферментов. Свойства ферментов, обуславливающие их широкое применение. Рынок и биоиндустрия ферментов. Крупнейшие производители ферментов в мире.
2. Характеристика микроорганизмов как продуцентов ферментов. Ферменты микроорганизмов, их особенности и преимущества (по сравнению с растительными и животными). Уникальные биотехнологически значимые ферменты микроорганизмов и уникальные проводимые ими ферментативные реакции.
3. Перспективы использования экстремофилов как продуцентов ферментов. Понятие экстремозимов, их применение.

4. Понятие микробиологической энзимобиотехнологии, ее задачи. Поиск новых ферментов микроорганизмов. Стратегии скрининга микроорганизмов – продуцентов ценных ферментов. Причины поиска новых продуцентов уже известных ферментов.
5. Culture-dependent и culture-independent скрининг ферментов микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов как центральное звено различных стратегий скрининга в микробиологической энзимобиотехнологии, его составляющие и решаемые задачи.
6. Физиология микроорганизмов как научная основа микробиологической энзимобиотехнологии. Основной «постулат» микробиологической энзимобиотехнологии, примеры его применимости.
7. Современная физиология микроорганизмов в контексте получения ферментов микроорганизмов. Физиологический подход в энзимологии и его использование в микробиологической энзимобиотехнологии.
8. Типы ферментов, принятые к выделению в энзимобиотехнологии. Сравнение внеклеточных и внутриклеточных ферментов микроорганизмов. Промышленные внеклеточные ферменты микроорганизмов.
9. Сравнение бактерий и микромицетов (гифомицетов) как продуцентов природных ферментов. Бактериальные и грибные продуценты экзоферментов, имеющие статус GRAS.
10. Секретомика и деградомика в микробиологической энзимобиотехнологии. Локализация синтеза экзоферментов у микроорганизмов.
11. Culture-скрининг продуцентов ферментов. Выявление ферментативной активности микробиологическими методами. Типы сред и культивирования микроорганизмов для получения ферментов.
12. Метаболические тесты в энзимобиотехнологии. Актуальные разработки в совершенствовании дифференциально-диагностических сред для выявления ферментативной активности микроорганизмов. Энзиматический индекс микроорганизмов – ключевая характеристика первичного скрининга и его определение.
13. Ферментативная продуктивность микроорганизмов как ключевая характеристика вторичного скрининга и ее определение.
14. Образование ферментов микроорганизмами в условиях глубинного культивирования. Влияние условий культивирования и регуляция. pH-профиль и температурный профиль продуцентов ферментов.
15. Влияние состава среды на количественный и качественный состав образуемых микроорганизмами ферментов. Индукция, катаболитная и азотметаболическая репрессия в регуляции образования ферментов микроорганизмами. Регуляция по типу отрицательной обратной связи. Регуляция, связанная с чередованием фаз продуцентов.
16. Секретомный анализ внеклеточной ферментативной активности микроорганизмов. Модель молекулярного механизма синтеза внеклеточных ферментов.
17. Понятие твердофазного культивирования и его преимущества. Секреция ферментов при твердофазном и поверхностно-мембранном жидкостном культивировании микроорганизмов – принципиальные отличия от глубинного способа. «Физиология твердой среды». Особенности образования ферментов при твердофазном культивировании. Влияние условий культивирования и регуляция.
18. Группы ферментов, секретлируемых в условиях твердофазного культивирования. ТФК-специфичные ферменты. Особенности свойств ферментов, образуемых в

ТФК. Сравнение активности внеклеточных ферментов в условиях глубинного и твердофазного культивирования.

19. Особенности образования ферментов при поверхностно-мембранном жидкостном культивировании микроорганизмов.
20. Стратегии изучения внеклеточных и внутриклеточных ферментов микроорганизмов, ферментного комплекса. Аналитические методы количественного выявления ферментативной активности микроорганизмов.
21. Препаративное получение ферментов микроорганизмов. Методы изучения ферментов микроорганизмов, необходимые для получения их характеристики.
22. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов – продуцентам ферментов. GMP в микробиологической энзимобиотехнологии.
23. Ферментные препараты, получаемые с помощью микроорганизмов, их типовой компонентный состав. Технология получения ферментных препаратов. Промышленные биореакторы для получения ферментов при твердофазном культивировании продуцентов.
24. Метагеномный поиск новых ферментов, перспективных для использования в биотехнологии.
25. Приоритетные исследования и разработки в области энзимобиотехнологии (в соответствии Прогнозом научно-технологического развития России до 2030 года).

Литература к разделу:

1. Прист Ф. Внеклеточные ферменты микроорганизмов. М., «Мир», 1987.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология получения ферментных препаратов. М., изд-во «Элевар», 2000.
3. Рубан Е.Л. Ферменты микроорганизмов и их практическое использование. М., изд-во МГУ, 1976.
4. W. Fogarty, C. Kelly. Microbial enzymes and biotechnology. Elsevier Applied Science, 1990.

III. Молекулярная биотехнология и биоинженерия прокариот и эукариот.

1. Периоды развития биотехнологии. Вехи становления современной биотехнологии, ключевые открытия и прорывы, наиболее яркие истории успеха. Место и роль биотехнологии в современной экономике, тенденции и риски биотехнологии.
2. Организация генома прокариот, плазмиды, вирусы бактерий. Методы изучения структуры генома прокариот.
3. Особенности регуляции транскрипции и трансляции. Генетическая инженерия прокариот, типы векторов клонирования и экспрессии, создание штаммов-продуцентов рекомбинантных белков.
4. Биотехнология дрожжей и мицелиальных грибов. Дрожжи как объекты современной биотехнологии, постгеномной и системной биологии. Проект генома дрожжей. Основные направления сравнительной и эволюционной геномики дрожжей.
5. Цель и задачи функциональной геномики, транскриптомика и протеомика дрожжей, белок-белковые взаимодействия.
6. Геномика мицелиальных грибов. Метаболическая инженерия дрожжей. ГМ штаммы дрожжей для использования в традиционной биотехнологии, создание штаммов – продуцентов биотоплив, жирных кислот.
7. Дрожжи как продуценты вторичных метаболитов - стероидов, опиоидов, противомаларийных препаратов. Преимущества и недостатки дрожжей как продуцентов целевых белков.

8. Подходы к оптимизации экспрессии целевых генов в дрожжах. Системы гетерологичной экспрессии на основе метилотрофных дрожжей, стратегии создания эффективных штаммов-продуцентов биофармацевтиков.
9. Гуманизированные дрожжи для получения правильно модифицированных терапевтических белков.
10. Фармакогеномика и синтетическая биология дрожжей. Дрожжи как модель для изучения механизмов болезней человека и как «биосенсоры» для создания систем поиска лекарств.
11. Поиск препаратов против нейродегенеративных заболеваний и старения с помощью дрожжей.
12. Использование дрожжей для создания искусственных хромосом и геномов, проект синтетического генома сахаромицетов.
13. Общая характеристика антибиотиков, классификация, механизмы цитотоксичности. Генетика и биохимия продуцентов антибиотиков, стратегии селекции штаммов.
14. Методы генетической инженерии грибов – продуцентов пенициллинов и цефалоспоринов. Геномные и постгеномные подходы к характеристике продуцентов антибиотиков.
15. Современное состояние индустрии антибиотиков, основные компании – производители, тенденции развития антибиотической промышленности.
16. Биотехнология растений - клеточная и генетическая инженерия растений; молекулярные основы и технология культивирования изолированных клеток и тканей растений.
17. Получение трансгенных растений; проблемы гетерологичной экспрессии; транс- и цисгеномика растений. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии растений.
18. Стволовые клетки в онкологии и дегенеративных заболеваниях. Биотехнология производства вакцин. Мишени молекулярной онкологии: от первичной опухоли до метастазов.
19. Биотехнология клеток позвоночных. Интегративная геномика-секвенирование и микроматрицы ДНК, современные технологии секвенирования ДНК.
20. Биотехнологии в медицинской генетике, ассоциативные исследования с использованием высокоплотных микроматриц ДНК, персональная геномика будущего; биотехнология в эпигенетике.
21. Современные биотехнологии для определения спектра экспрессирующихся генов клетки/ткани.
22. Биотехнологии и функциональная геномика соматических клеток позвоночных, трансгенные животные, нокауты и нокины.

Литература к разделу:

1. Щелкунов С.А. Генетическая инженерия. Новосибирск: Изд. Сибирское университетское издательство, 2004. – 496 с.
2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. – М.: Мир, 2002
3. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. Санкт-Петербург, 2002.
4. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология : Учеб.для мед.вузов / А. А. Воробьев [и др.] ; Под ред. А.А.Воробьева. -М. : Медицинское информ.агентство, 2004. - 690с. : ил. - ISBN 5-89481-209-7(в пер.) : 724.59.
5. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. 3-изд. Перераб и доп. Медицина 2002 г. 704 стр
6. Бабьева И.П., Чернов И.Ю. Биология дрожжей. 2004 М: Товарищество науч. изд. КМК, 2004.

Дополнительная литература:

1. Ред. V.T. DeVita Jr., T. S. Lawrence, (2015), Cancer: Principles & Practice of Oncology: Primer of the Molecular Biology of Cancer.
2. Ред. Patrick R. Murray (2012), Medical Microbiology.
3. Ред. Kenneth Murphy (2011), Janeway's Immunobiology
4. Dujon B (2010) Yeast evolutionary genomics. *Nat Rev Genet* 11: 512-524.
5. Р. Шекман «Изучение секреции белков у дрожжей». Видеолекция (англ). <http://www.ibioseminars.org/lectures/bio-mechanisms/randy-schekman.html>

Перечень баз данных

PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>), Сайт Института Биоинженерии ФИЦ Биотехнологии РАН <http://www.biengi.ac.ru>; Биоинформатический портал GeneCards <http://www.genecards.org/>, портал OMIM <http://www.omim.org/>

IV. Клеточная инженерия и фотобиотехнология

1. Клеточная инженерия - раздел современной биотехнологии, связанный с разработкой принципиально новых технологий культивированием тканей и клеток многоклеточных организмов *in vitro*, микроорганизмов, созданных методами клеточной инженерии.
2. Фототрофные микроорганизмы – цианобактерии и микроводоросли источник ценных продуктов. Выбор штаммов продуцентов по линейке целевого продукта. Оптимизация параметров промышленного культивирования фототрофных микроорганизмов.
3. Поиск алгоритмов управления метаболизмом фототрофных микроорганизмов максимально раскрывающих потенциал штаммов продуцентов.
4. Системы промышленного выращивания фототрофных микроорганизмов. Фотобиотехнологии для защиты окружающей среды.
5. Оптимальные пути переработки биомассы фототрофных микроорганизмов для получения конкретного целевого продукта.
6. Культура клеток растений - уникальная экспериментально созданная биологическая система популяций гетерогенных соматических клеток.
7. Клетки растений *in vitro* - основа многих сельскохозяйственных и промышленных биотехнологий.
8. Особенности культур клеток высших растений как популяций соматических клеток: физиологическая асинхронность и генетическая гетерогенность. Гетерогенность популяций культур клеток микроорганизмов, высших растений - основа адаптационных возможностей экспериментальных систем.
9. Параметры клеточного цикла в клетках *in vitro* и митотический индекс. Асинхронность популяций и их синхронизация. Генетическая гетерогенность культур клеток *in vitro* - нестабильная стабильность.
10. Способы получения клеточных культур с заданными свойствами. Новые технологии на основе культивируемых тканей и клеток растений: получение биологически активных веществ растительного происхождения; микрклональное размножение растений; оздоровление материала и получение безвирусных растений; эмбриокультура и оплодотворение *in vitro* для преодоления постгамной несовместимости или щуплости зародыша (после отдаленной гибридизации); антерные культуры – культуры пыльников и пыльцы (получения гаплоидов и дигаплоидов при селекции); клеточный мутагенез и селекция. Лесные плантации быстрорастущих сортов деревьев.

11. Клеточная инженерия лишайников. Лишайники, как объект клеточной инженерии. Классификация основных экспериментальных подходов в лихенологии, выяснению биотехнологического потенциала «культур тканей лишайников».
12. Методы конструирования лишайников. Диссоциация природного таллома лишайника и изоляция симбионтов. Получение монокультур мико- и фотобионта. Смешанное культивирование микобионта и фотобионта, получение устойчивых модельных ассоциации.
13. Направления конструирования модельных систем на основе лишайников. «Культуры тканей» лишайников. «Каллусные культуры тканей» лишайников. Этапы развития «калусных культур тканей» лишайников. «Суспензионные культуры тканей» лишайников.
14. Особенности вторичного метаболизма «культур тканей» лишайников. Получение лишайниковых веществ из модельных ассоциаций лишайников. «Микроклональное размножение» лишайников. Перспективность метода клеточной инженерии лишайников при создания современных технологий получения новых биологически активных веществ (лишайниковых веществ).
15. Модельные актинолишайники. Смешанные культуры цианобактерий, микроводорослей с актиномицетами. Активизация в модельных актинолишайниках метаболической активности фототрофного компонента. Расширение спектра антимикробной активности в условиях ассоциативного культивирования компонентов, по сравнению с монокультурами.
16. Искусственные ассоциации клеток и тканей растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки и растений. Искусственные ассоциации - способ повышения продуктивности культур растительных клеток и улучшения экономически важных видов растений.
17. Введение в гетеротрофно растущие клетки и ткани растений фототрофных микроорганизмов. Использование принципов смешанного культивирования, основанных на взаимоотношениях разных видов организмов для накопления биомассы, кооперативного биосинтеза целевого продукта, трансформации конечного продукта в смешанных культурах клеток и тканей растений с микроорганизмами.
18. Использование методов клеточной инженерии для создания растений способных к азотфиксации. Получение растений способных к фиксации молекулярного азота.
19. Введение азотфиксирующих микроорганизмов в протопласты растений. Механизмы проникновения микроорганизмов в протопласты.
20. Характеристика продуктов поглощения и слияния. Введение микроорганизмов в популяции культивируемых клеток и тканей растений. Возможности моделирования различных типов взаимодействия между клетками организмов разных видов
21. Модельные ассоциации клеток и тканей несимбиотрофных видов растений с клубеньковыми бактериями, свободноживущими и симбиотическими азотфиксирующими цианобактериями. Сравнение возможностей генной и клеточной инженерии в повышении способности растений к росту за счет азотфиксации.
22. Применение изолированных протопластов, суспензионных, каллусных культур растительных клеток для инокуляции цианобактериями с последующим морфогенезом инфицированных растений. Использование модификации среды

для культур растительных клеток с целью получения смешанной культуры с фототрофными микроорганизмами.

23. Свидетельства установления метаболических взаимодействий между партнерами (взаимная стимуляция роста, образование смешанных агрегатов, включение ^{14}C в растительные клетки при использовании углекислоты фототрофных микроорганизмов).
24. Стимуляция микроорганизмами синтеза видоспецифических продуктов растительными клетками (стеринов, алкалоидов, панаксозидов) в суспензионных культурах на дефицитных.

Литература к разделу:

1. Цоглин Л.Н., Пронина Н.А. Биотехнология Микроводорослей. М: "Научный Мир". 2012.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: Товарищество «МКМ». 1999.
3. Методы культивирования клеток. Сборник научных трудов. (Под ред Г.П. Пинаева). – Л.:Наука. 2010.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир: 2002.
5. Эль-Регистан Г.И. Микробная популяция как многоклеточный организм. В кн.: Механизмы выживания бактерий. (Под ред. О.В. Бухарина, А.Л. Гинцбурга,)

V. Основы проектирования биотехпредприятий

1. Введение, основные задачи и подходы к проектированию биотехнологических предприятий. Биотехнология и смежные дисциплины, инженерные проблемы биотехнологии.
2. Общая технологическая схема биотехнологических процессов. Основы гидродинамики, термодинамики и массообменных процессов в биотехнологии.
3. Теория подобия и критерии подобия. Тепловой поток и критерии теплопередачи. Движущая сила массоперердачи.
4. Питание микроорганизмов и материальный баланс ферментации. Общие представления о материальном балансе. Потребности микроорганизмов в питательных веществах. Кинетика роста микроорганизмов.
5. Влияние условий культивирования на удельную скорость роста и экономический коэффициент. Связь скорости разбавления и удельной скорости роста. Стехиометрия роста и расходные коэффициенты. Расчет материального баланса стадии ферментации
6. Приготовление и способы стерилизации питательных сред. Кинетика гибели микроорганизмов и критерии стерилизации. Периодическая и непрерывная стерилизация.
7. Особенности и технологическая схемастерилизующей фильтрации воздуха. Очистка газовоздушных выбросов с ферментации. Основные принципы стерилизации ферментационного оборудования. Конструктивные особенности отдельных узлов ферментера, связанные с необходимостью поддержания асептики. Ненадежные точки ферментеров с позиции стерилизации.
8. Массообменные процессы при ферментации. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к биомассе. Методы определения и пример расчета объемного коэффициента массопередачи.
9. Методы аэрирования в ферментерах. Виды перемешивания: механическое, пневматическое и комбинированное.

10. Основное ферментационное оборудование, его классификация, выбор и расчет основных параметров. Сравнение ферментеров. Критерии выбора ферментера для различных задач. Одноразовые технологии.
11. Контроль и автоматизация ферментационных процессов. Интенсификация массообмена в ферментере и каскад. Пенообразование и пеногашение. Сравнение методов пеногашения. Тепловой баланс ферментации. Энергетический баланс роста культуры. Тепловой расчет ферментера. Интенсификация теплообмена.
12. Обзор основных способов и технологических стадий получения готовых продуктов биотехнологических производств. Способы отделения биомассы. Выделение и очистка продуктов биосинтеза. Основные сведения о получении готовых форм. Основные принципы расчета и аппаратное оформление. Материальный баланс постферментационных стадий.
13. Принципы организации биотехнологических и биофармацевтических производств. Микробиологические и санитарно-гигиенические требования к биотехнологическим производствам.
14. Основные виды документации биотехпроизводства. Технологические аспекты структуры себестоимости производства. Экономические критерии оптимизации производства.

Литература к разделу:

1. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств // Учебное пособие для технологических вузов. – Выш.школа, 1982 - 288с.
2. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1981. - 240 с.
3. Кантере В.М., Мосичев М.С., Дорошенко М.И. и др. Основы проектирования предприятий микробиологической промышленности // Учебное пособие для вузов. - Москва, Агропромиздат, 1990. – 304 с.
4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии – М.: «КолосС» «Химия», 2004. – 296 с.
5. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток // Пер. с англ. Петровой Т.А., Позмоговой И.Н.; Ред. Работнова И.Л. – М.: Мир, 1978. – 330 с.

Дополнительная литература:

1. Федосеев К.Г. Процессы и аппараты биотехнологии в химико-фармацевтической промышленности – М.: Медицина, 1969. – 200 с.
2. Быков В.А. и др. Биотехнология. Книга 5: Производство белковых веществ Под.ред. Егорова Н.С. – М.: Высшая школа, 1987. - 142 с.
3. Быков В.А. и др. Биотехнология. Книга 6: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов. Под.ред. Егорова Н.С. – М.: Высшая школа, 1987. - 143 с.
4. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Элевар, 2000. - 512 с.: ил.
5. Виестур У. Э. и др. Системы ферментации - Рига : Зинатне, 1986. – 367, с.

При итоговой оценке учитываются следующие параметры:

- четкость и логичность изложения материала;
- глубина и полнота освещения вопроса;
- убедительность аргументаций;
- конкретность и точность формулировок;
- доказательность выводов и обоснованность заключений; грамотная речь.

Результаты сдачи государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Критерии оценивания

1. **«неудовлетворительно»:** студент затрудняется дать ответ на предложенный билет, не может дать определений основных понятий в рамках программы, не дает ответа или допускает грубые существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы или при ответе на дополнительный билет.

2. **«удовлетворительно»:** студент владеет базовыми понятиями в рамках освоенной программы, однако затрудняется полностью и исчерпывающе раскрыть механизмы описываемых биологических процессов, испытывает трудности в ответах на дополнительные вопросы.

3. **«хорошо»:** студент полностью овладел теоретическими и практическими навыками в рамках программы, допускает незначительные ошибки при описании механизмов описываемых биологических процессов, легко исправляет свои ошибки, отвечая на дополнительные вопросы.

4. **«отлично»:** студент исчерпывающе овладел теоретическими и практическими навыками в рамках программы, не допускает ошибок при раскрытии механизмов описываемых биологических процессов, не испытывает трудностей в ответах на любые дополнительные вопросы в рамках программы специалитета.

5.2. Защита результатов выпускной квалификационной работы (ВКР, дипломная работа)

Защита ВКР проходит на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Целью ВКР является установление уровня сформированности компетенций, заявленных в ОС МГУ по специальности «Фундаментальная и прикладная биология», готовности выпускника к профессиональной деятельности или последующему обучению в аспирантуре. Защита является публичным мероприятием, в котором могут принять участие все желающие.

Защита ВКР проходит в следующем порядке:

Студент в порядке очередности выступает с кратким докладом о своей дипломной работе, в котором должны быть отражены актуальность проблемы и степень ее изученности, цели и задачи работы, основное ее содержание, полученные результаты и выводы. Иллюстрации к докладу могут быть представлены в виде компьютерной презентации и/или раздаточного материала. После выступления студента члены ГЭК или иные присутствующие на защите лица задают вопросы по представленной ВКР, на которые студент должен дать четкие и грамотные ответы. В случае возникновения публичной дискуссии, студенту предоставлено право участия в ней и защиты положений своей работы. По окончании ответов на вопросы и дискуссии слово предоставляется научному руководителю и рецензенту. В случае их отсутствия по уважительной причине, зачитываются имеющиеся отзывы. После выступлений научного руководителя и рецензента выделяется время для краткого обмена мнениями, в котором могут принять участие все присутствующие на защите.

В завершение процедуры защиты студенту предоставляется заключительное слово, в том числе, для ответов на замечания, высказанные рецензентом и членами ГЭК. После заключительного слова студента защита ВКР считается оконченной.

ГЭК принимает решение об оценках защищенных работ после выступления всех дипломников, представлявших работы на заседании, простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса

Ход и результаты защиты ВКР оформляются протоколом. После принятия решения и оглашения результатов заседание ГЭК считается завершенным.

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При оценке работы выпускника учитываются следующие параметры:

- полнота обзора литературы;
- обоснованность выбора методов исследования;
- логичность и аргументированность изложения полученных результатов;
- полнота анализа и обсуждения результатов;
- научная новизна и практическая значимость работы;
- достоверность и обоснованность выводов;
- качество оформления работы и представления иллюстративного материала.

Оценка «отлично» выставляется за ВКР, которая включает грамотно изложенную теоретическую часть, логичное, последовательное представление результатов собственных исследований с соответствующими выводами и обоснованными предложениями. При защите работы дипломник демонстрирует глубокое знание темы, свободно оперирует результатами исследования и легко ориентируется в источниках информации, владеет современными методами исследования. Во время выступления использует наглядный материал, включая презентацию, четко и логично отвечает на поставленные вопросы. ВКР имеет положительные отзывы научного руководителя и рецензента.

Оценка «хорошо» выставляется за ВКР, которая включает грамотно изложенную теоретическую часть, последовательное представление результатов собственных исследований с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными предложениями. При её защите автор показывает знание темы, ориентируется в источниках информации, но испытывает некоторые затруднения при ответе на поставленные вопросы. ВКР имеет положительные отзывы научного руководителя и рецензента.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за ВКР, если в отзывах научного руководителя и рецензента имеются замечания по содержанию работы и качеству полученных результатов, в работе просматривается непоследовательность и неполнота изложения материала, представлены не вполне обоснованные заключения. При защите работы дипломник проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает аргументированных и четких ответов на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за ВКР, которая не отвечает требованиям, изложенным в «Методических рекомендациях и требованиях к оформлению дипломных работ и подготовке документов к защите». В работе нет выводов, либо они носят декларативный характер. При защите работы обучающийся затрудняется ответить на поставленные вопросы, при ответе допускает существенные ошибки либо не отвечает на поставленный вопрос, не может его понять. В отзывах научного руководителя и рецензента имеются серьезные критические замечания, не устраненные на момент защиты.

Решение ГЭК об итоговой оценке основывается на:

- оценке научного руководителя за ВКР;
- оценке рецензента ВКР в целом;
- оценке членов ГЭК за оформление и содержание работы, её защиту, включая доклад, ответы на вопросы и замечания членов ГЭК, научного руководителя и рецензента.

Решения ГЭК объявляются ее председателем публично присутствующим в аудитории слушателям в то же день после оформления протокола заседания ГЭК.

Методические рекомендации и требования к оформлению дипломных работ и подготовке документов к защите

Оформление ВКР

Работа должна включать:

Титульный лист (*Таблица 1*). На титульном листе должно быть написано: «Работа допускается к защите» с подписью руководителя (руководителей).

«Оглавление»

«Введение» – в нем обосновывается актуальность темы и общая постановка задачи данной работы.

«Обзор литературы» – раздел, который освещает современное состояние проблемы, включает критический анализ публикаций по данной теме и служит необходимой предпосылкой для формирования в заключении обзора цели и конкретных задач исследования.

«Материал и методы» - раздел, где дается описание объектов исследования и методик, используемых в работе (со ссылками на литературные источники), изложенных кратко, но содержащих всю информацию, необходимую для воспроизведения эксперимента.

Если студент во время выполнения работ разрабатывает оригинальную методику, это должно быть оговорено; в зависимости от объема и значимости, эта часть работы может быть описана в разделе «Материал и методы» или в разделе «Результаты».

«Результаты» - раздел, в котором последовательно и детально описываются результаты исследования с приведением первичных данных (в виде таблиц; записей, полученных на приборах; фотографий) и необходимой статистической обработки с указанием числа повторностей опыта. Если изложение первичных данных слишком громоздко, его можно вынести в «Приложения».

«Обсуждение» - раздел, в котором должно содержаться именно обсуждение (в связи с изучаемой проблемой) полученных студентом результатов с привлечением данных литературы.

При необходимости обсуждение можно совместить с изложением результатов в одном разделе – «Результаты и их обсуждение». В этом случае перед разделом «Выводы» пишется краткое «Заключение».

Если в любом из разделов есть подразделы, то они должны быть пронумерованы и озаглавлены и в конце каждого из них желательно иметь заключение.

«Выводы» должны быть краткими и обоснованными, подводить основные итоги проведенной работы и не повторять изложения экспериментального материала.

«Список литературы» - раздел, включающий в себя все цитированные в работе источники. Все источники нумеруются. Список делается в алфавитном порядке, сначала приводятся работы из отечественных изданий, а затем из зарубежных. Каждая ссылка на журнальный источник должна включать перечень всех авторов статьи с инициалами, полное название работы, название журнала, год издания, том, номер журнала, номера страниц. Ссылка на монографию или сборник статей включает перечень авторов с инициалами, название статьи (в случае сборника), название монографии или сборника, издательство, место издания, год издания, номера страниц (*Таблица 2*).

При ссылке на литературный источник в тексте работы (*Таблица 3*) указываются авторы и год издания в хронологическом порядке (в скобках). Если цитируются работы с одинаковым составом авторов, изданные в один год, то они обозначаются буквами а, б, и т.д. Если число авторов больше двух, то приводится только первый автор с сокращением «и др.» или «et al.». В случае, если необходимо

привести данные, которые известны не из первоисточника, а из обзора, то указывается источник цитирования («цит. по...»), и он же приводится в списке литературы. Каждый раздел работы должен начинаться с новой страницы.

Таблица 1. Образец титульного листа
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

ФИО обучающегося

НАЗВАНИЕ ВКР

Выпускная квалификационная работа

Научный руководитель:
уч.степень
ФИО

_____ – ____ г.

Таблица 2. Образец списка литературы

1. Белинцев Б.Н. Физические основы биологического формообразования. М.: Наука, 1991. 252с.
2. Белоусов Л.В. Работы по морфогенезу на кафедре эмбриологии МГУ: к познанию динамической архитектуры развития // Онтогенез. 2000. Т. 31. № 5. С. 330-337.
3. Костомарова А.А. Вьюн (*Misgurnus fossilis* L.) // Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. С. 308-323.
4. Саксен Л., Тойвонен С. Первичная эмбриональная индукция. М.: Иностран. лит-ра, 1963. 343 с.
- ...
15. Ivanenkov V.V., Meshcheryakov V.N., Martynova L.E. Surface polarization in loach eggs and two-cell embryos: correlations between surface relief, endocytosis and cortex contractility // Int. J. Devel. Biol. 1990. V. 34. P. 337-349.
16. Muchmore W.B. Differentiation of the trunk mesoderm in *Ambystoma maculatum*. II. Relation of the size of presumptive somite explants to subsequent differentiation // J. Exp. Zool. 1957. V. 134. P. 293-310. (цит. по: Саксен Л., Тойвонен С., 1963).

Таблица 3.

... "Эти разрывы составляют около половины всех повреждений ДНК в условиях косвенного эффекта (Сергеев, Бирюков, 1977 б; 1978; Сергеев и др., 1977) и до 75% в условиях прямого действия радиации (Paterson, Hart, 1973; Lett et al, 1974). "Сазерленд (Satherland, 1974), используя усовершенствованную методику, выделила фотореактивирующий фермент из лейкоцитов человека". ... "По классификации Иванова (1978) эти ферменты разделены на две группы по их специфичности к субстрату", ... "Приведенные кривые по своей форме являются типичными кривыми выживания для различных одноклеточных организмов и клеток разных тканей животных, описанными в работах Тимофеева-Ресовского, Циммера, Бака и Александра, Элkinда (цит. по Корогодин, 1966).

Все разделы работы должны соответствовать друг другу: тема и содержание «Обзора литературы» должны быть тесно связаны с экспериментальной частью; все ссылки в тексте должны быть отражены в «Списке литературы»; в «Материалах и методах» должны быть описаны те методики, которые использованы в работе; содержание «Выводов» должно соответствовать задачам, поставленным в заключительной части «Обзора литературы» и т.д.

Все таблицы в тексте должны быть пронумерованы и озаглавлены.

Все иллюстрации (схемы, графики, диаграммы, фотографии и т.д.) даются под названием «Рис.» с единой нумерацией. Все они должны иметь подписи.

Ориентировочный объем ВКР магистра работы не менее 50 страниц текста, не считая рисунков, таблиц, списка литературы и приложения (если имеется) (шрифт «Times New Roman», размер 14, через 1,5 интервала, поля: правое – 1,5 см, левое – 2,5 см, верхнее – 2 см, нижнее – 1,5 см). Работа должна быть переплетена или сброшюрована.

Время предоставления работ рецензенту согласовывается с рецензентом. Рецензенты утверждаются на отчете студентов в апреле.

Полностью завершенная выпускная квалификационная работа, оформленная в соответствии с описанными выше правилами, подписывается на титульной странице автором работы и научным руководителем и представляется не позднее, чем за 9 дней до защиты.

Рецензент, назначенный факультетом из числа преподавателей или научных сотрудников иных научно-исследовательских учреждений или ВУЗов (по отношению к МГУ), представляет секретарю ГАК не позднее, чем за 6 дней до защиты, письменную рецензию на ВКР с выставлением оценки в баллах (максимально – 5 баллов).

Научный руководитель ВКР не позднее, чем за 6 дней до защиты представляет секретарю ГЭК письменный отзыв-характеристику о студенте – авторе ВКР.

Рецензия с оценкой и отзыв научного руководителя о студенте предоставляются студенту – автору ВКР для ознакомления не позднее, чем за 5 дней до защиты.

К защите допускается студент, у которого на момент заседания ГЭК есть допуск к итоговой аттестации и действующая зачетная книжка

Для защиты секретарю ГАК, не позднее указанных выше сроков, сдаются следующие документы:

- выпускная квалификационная работа;
- отзыв научного руководителя/руководителей выпускной квалификационной работы о студенте – авторе работы;
- рецензия на ВКР с оценкой.