

УТВЕРЖДЕНО

Заместитель директора филиала — руководитель
образовательных программ
А. С. Воронцов



**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП)**

Специальность

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация

Биотехнология

Уровень высшего образования

Специалитет

Присваиваемая квалификация

«Биолог-исследователь»

Москва
2024 год

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ОС МГУ – самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт МГУ;

ПС – профессиональный стандарт;

ВО – высшее образование;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

ОПОП, Образовательная программа – основная профессиональная образовательная программа;

УК – универсальные компетенции выпускника;

ОПК – общепрофессиональные компетенции выпускника;

ПК – профессиональные компетенции выпускника;

СПК – специализированные профессиональные компетенции выпускника;

Сетевая форма – сетевая форма реализации образовательных программ.

1. Общие сведения об образовательной программе

1.1. Назначение основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа специалитета, реализуемая в филиале МГУ в г. Грозный по специальности 06.05.02 «Фундаментальная и прикладная биология», направленность (профиль) «Биотехнология», представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную МГУ имени М.В.Ломоносова в соответствии с требованиями федеральных нормативных документов и самостоятельно установленного образовательного стандарта МГУ по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология (утвержденного приказом ректора МГУ от 21.04.2022 года № 402).

ОПОП ВО включает в себя: общую характеристику образовательной программы, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей) и практик, в которых указаны формы аттестации и приведены типовые оценочные средства, оценочные и методические материалы для контроля формирования компетенций обучающихся в процессе освоения образовательной программы, программу государственной итоговой аттестации, рабочую программу воспитания и календарный план воспитательной работы.

1.2. Квалификация, присваиваемая выпускнику ОПОП: «Биолог-исследователь».

В рамках освоения ОПОП обучающемуся предоставляется возможность получить дополнительную, в том числе профессиональную квалификацию, подтверждаемую соответствующим документом МГУ, в порядке, определяемом локальным актом МГУ¹.

1.3. Объем образовательной программы: 360 зачетных единиц (далее – з.е.).

1.4. Форма (формы) обучения: очная.

При реализации ОПОП могут быть применены электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в порядке, определяемом локальными нормативными актами МГУ.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация ОПОП с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий по данной специальности не допускается.

Реализация ОПОП возможна с использованием сетевой формы в порядке, определяемом локальным актом МГУ и/или федеральным Порядком организации и осуществления образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ, реквизиты которого приведены в п.1.7 настоящего документа.

1.5. Срок получения образования (вне зависимости от применяемых образовательных технологий):

при очной форме обучения – 6 лет.

¹ Возможность одновременного получения обучающимся нескольких квалификаций в порядке, установленном локальным нормативным актом организации, определено п. 14 Приказа Минобрнауки России №245 от 06 апреля 2021 г.

При обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья срок может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования, установленным для указанной формы обучения.

1.6. Язык (языки) образования

Образовательная деятельность по ОПОП ВО осуществляется на государственном языке Российской Федерации и в соответствии с ОС МГУ по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

1.7. Нормативные правовые документы

Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.

Федеральный закон Российской Федерации «О Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете» от 10 ноября 2009 г. № 259-ФЗ.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27 июля 2021 г. № 675.

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245.

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05 августа 2020 г. № 882/391.

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05 августа 2020г. № 885/390.

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636.

Устав МГУ имени М.В.Ломоносова.

Образовательный стандарт, самостоятельно установленный МГУ имени М.В.Ломоносова, по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, утвержденный приказом ректора МГУ от 21.04.2022 года № 402.

Локальные нормативные акты МГУ имени М.В.Ломоносова.

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ОПОП ВО

Профессиональная деятельность выпускников программы специалитета по специальности «Фундаментальная и прикладная биология»(далее – выпускники МГУ) направлена на изучение, использование и сохранение биологических систем различных уровней организации путем применения биологических, биоинженерных, биомедицинских и природоохранных технологий в соответствии с установленными требованиями и стандартами в области науки, образования, здравоохранения, производства, рационального природопользования и охраны природы.

2.1. Области и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники МГУ могут осуществлять профессиональную деятельность:

01 *Образование и наука* (в сферах: научных исследований живой природы и научно-конструкторских разработок);

22 *Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака* (в сфере разработки, производства и надлежащего контроля за производством продуктов питания);

26 *Химическое, химико-технологическое производство* (в сферах: получения продукции и услуг);

40 *Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности* (в сферах: средств контроля и испытаний биобезопасности; научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок);

Выпускники МГУ могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

2.2. Типы задач профессиональной деятельности, к выполнению которых готовятся выпускники:

- научно-исследовательский;
- экспертно-аналитический.

2.3. Задачи профессиональной деятельности, к выполнению которых должны быть подготовлены выпускники МГУ

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

планирование и проведение научных исследований по актуальным проблемам биологии и экологии;

представление результатов научно-исследовательской деятельности, выступление с сообщениями и докладами по тематике проводимых исследований.

Экспертно-аналитический тип задач профессиональной деятельности:

анализ результатов научно-исследовательских работ и составление аналитических обзоров;

разработка рекомендаций по практическому использованию результатов исследований в области биологии и экологии;

участие в проведении экспертных работ и составлении экспертных заключений, касающихся биологических объектов, биологических и экологических процессов.

Опытно-конструкторский тип задач профессиональной деятельности:

проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии.

2.4. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ОПОП ВО по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, приведен в таблице 1 Приложения 1.

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника ОПОП ВО по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, приведен в таблице 2 Приложения 1.

3. Требования к результатам освоения ОПОП ВО

В результате освоения программы специалитета у выпускника МГУ должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные, профессиональные и специализированные профессиональные компетенции.

3.1. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **универсальными компетенциями (УК):**

Группа компетенций НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.

УК-2. Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах естествознания.

УК-3. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач.

Группа компетенций РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ

УК-4. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.

Группа компетенций КОМАНДНАЯ РАБОТА И ЛИДЕРСТВО

УК-5. Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели.

Группа компетенций КОММУНИКАЦИЯ И МЕЖКУЛЬТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

УК-6. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия.

УК-7. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах.

УК-8. Способен интерпретировать историю России в контексте мирового исторического развития.

УК-9. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

Группа компетенций САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОРАЗВИТИЕ

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.

Группа компетенций ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УК-11. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

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.

УК-13. Способен использовать базовые знания в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, понимать экологические ограничения и последствия в сфере профессиональной деятельности.

Группа компетенций ПРАВОВАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

УК-14. Способен использовать основы правовых знаний в различных областях жизнедеятельности и формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в социальной и профессиональной среде.

УК-15. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.

Группа ИНКЛЮЗИВНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ

УК-16. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.

3.2. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями (ОПК)**:

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.

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.

ОПК-3. Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов математики и естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.

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, 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-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-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-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-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).

ОПК-10. Способен разрабатывать и использовать методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования.

ОПК-11. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

3.3. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК)**, соответствующими типам задач профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа специалитета:

Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:

ПК-1. Способен определять методологию исследования, демонстрировать системное понимание области исследования и предлагать методы решения поставленных задач в области биологии и экологии.

ПК-2. Способен проводить научные исследования по актуальным проблемам биологии и экологии, соблюдая принятый в профессиональном сообществе академи-

ческий протокол.

ПК-3. Способен представлять результаты научно-исследовательской деятельности в публикациях, устных сообщениях и докладах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Экспертно-аналитический тип задач профессиональной деятельности:

ПК-4. Способен анализировать результаты научно-исследовательских работ и составлять аналитические обзоры.

ПК-5. Способен разрабатывать рекомендации по практическому использованию результатов исследований в области биологии и экологии.

ПК-6. Способен участвовать в проведении экспертных работ и составлении экспертных заключений, касающихся биологических объектов и процессов.

Опытно-конструкторский тип задач профессиональной деятельности:

ПК-10. Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии.

3.4. Выпускник, освоивший программу специалитета, должен обладать следующими **специализированными профессиональными компетенциями**, соответствующими направленности (профилю) «Биотехнология» программы специалитета:

СПК-1. Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности;

СПК-2. Владеет методами базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и применяет их в практической деятельности;

СПК-3. Способен применять профессионально профилированные знания для прогнозирования и определения потенциала 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-5. Способен использовать современные методы энзимобиотехнологии прокариот и эукариот для получения новых эффективных продуцентов и оптимизации технологического процесса получения ферментов.

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения и соответствующих им результатов обучения по отдельным компонентам образовательной программы, приведены в рабочих программах дисциплин/практик.

4. Структура ОПОП ВО и формируемые компетенции

Таблица 4.1.

| Компоненты ОПОП ВО | | Объем компонентов ОПОП ВО в зачетных единицах | Формируемые компетенции, коды |
|--|--|---|-------------------------------|
| <u>Дисциплины (модули), разделы, блоки (при необходимости)</u> | | <u>256</u> | |
| БАЗ | Базовая часть | 136 | |
| БАЗ | Иностранный язык | 20 | УК-6 |
| БАЗ | <i>Модуль «Современное естествознание»</i> | | |
| БАЗ | Науки о Земле | 5 | ОПК-3 |
| БАЗ | Математические методы в биологии | 3 | ОПК-3 |
| БАЗ | Основы физической химии | 4 | ОПК-3 |
| БАЗ | Современные проблемы биологии | 3 | УК-2, ПК-10 |
| БАЗ | Аналитическая химия | 4 | ОПК-3 |
| БАЗ | <i>Модуль «Информатика»</i> | | |
| БАЗ | Информатика и биоинформатика | 5 | УК-7, ОПК-11 |
| БАЗ | <i>Модуль «Русский язык и культура речи»</i> | | |
| БАЗ | Русский язык и культура речи | 4 | УК-6 |
| БАЗ | <i>Модуль «История»</i> | | |
| БАЗ | История России | 4 | УК-8 |
| БАЗ | <i>Модуль «Философия»</i> | | |
| БАЗ | Философия | 4 | УК-3 |
| БАЗ | <i>Модуль «Экономика»</i> | | |
| БАЗ | Экономика | 4 | УК-15 |
| БАЗ | <i>Модуль «Правоведение»</i> | | |
| БАЗ | Правоведение | 4 | УК-14 |
| БАЗ | Биоэтика | 4 | ОПК-2 |

| | | | |
|--------------|--|------------|---------------------|
| БАЗ | Физическая культура | 2 | УК-11 |
| БАЗ | Безопасность жизнедеятельности | 2 | УК-12 |
| БАЗ | <i>Элективные курсы по физической культуре</i> | | |
| БАЗ | Блок «Профессиональные дисциплины» | 20 | |
| БАЗ | <i>Модуль «Математика. Физика»</i> | | |
| БАЗ | Высшая математика | 7 | ОПК-3 |
| БАЗ | Физика | 5 | ОПК-3 |
| БАЗ | <i>Модуль «Химия»</i> | | |
| БАЗ | Общая и неорганическая химия | 4 | ОПК-3 |
| БАЗ | Органическая химия | 4 | ОПК-3 |
| БАЗ | Блок «Общепрофессиональные дисциплины» | 44 | |
| БАЗ | Зоология | 9 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Вирусология и иммунология | 4 | ОПК-1, ОПК-7, ОПК-8 |
| БАЗ | Клеточная биология | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Гистология | 3 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Физиология с основами анатомии | 4 | УК-2, УК-16, ОПК-5 |
| БАЗ | Физиология растений | 3 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Биохимия | 5 | ОПК-2, ОПК-9 |
| БАЗ | Основы молекулярной биологии | 3 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Экология | 2 | ОПК-7, ОПК-10 |
| БАЗ | Эволюционная биология | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| БАЗ | Современные экологические проблемы, устойчивое развитие и охрана природы | 3 | УК-9, УК-13 |
| ВАРИА | Вариативная часть | 120 | |
| Вар | Дисциплины специальности на иностранном языке по выбору студента | 4 | ОПК-2 |
| Вар | Ботаника | 11 | ОПК-1, ОПК-2 |
| Вар | Общая микробиология | 5 | ОПК-4, ОПК-7, |

| | | | |
|--|---|-----------|---|
| | | | ОПК-10 |
| Вар | Биофизика | 3 | УК-2, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-10 |
| Вар | Эмбриология | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| Вар | Общая генетика | 5 | ОПК-8 |
| Вар | Молекулярная генетика | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| Вар | Общая биотехнология | 3 | ОПК-5 |
| Вар | Методы современной биологии и биотехнологии | 3 | ОПК-8 |
| Вар | Дисциплины специализации | | |
| Вар | Физиология и культивирование микроорганизмов | 3 | ОПК-2, ОПК-8 |
| Вар | Микробиотехнология | 3 | ОПК-8 |
| Вар | Современные методы анализа в биотехнологии | 2 | СПК-1, СПК-2 |
| Вар | Промышленная микробиология и биотехнология | 3 | СПК-1, СПК-2 |
| Вар | Клеточная биотехнология и инженерия | 3 | СПК-1 |
| Вар | Энзимобиотехнология | 3 | СПК-5 |
| Вар | Современные проблемы биотехнологии | 5 | СПК-4 |
| Вар | Спецглавы биотехнологии | 7 | УК-1, ОПК-1 |
| Вар | Метаболическая инженерия | 4 | УК-1, ОПК-1 |
| Вар | Биотехнология растений | 4 | СПК-1, СПК-3 |
| Вар | Основы генной инженерии | 3 | СПК-1 |
| Вар | Геномика и геносистематика | 2 | СПК-1 |
| Вар | Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента | 36 | СПК-1, СПК-2, СПК-3 ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-8 |
| Практика, в том числе научно-исследовательская работа | | 95 | |
| Уч | Учебная практика | 24 | |

| | | | |
|---|---|------------|--|
| Уч | Практика по биоразнообразию и экологии | 12 | УК-4, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2 |
| Уч | Практика по профилю профессиональной деятельности | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-10 |
| Пр | Производственная практика | 63 | |
| Пр | Учебно-производственная практика | 18 | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6 |
| Пр | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10 |
| Пр | Преддипломная практика | 33 | УК-1, УК-2, УК-5, УК-6, УК-7, УК-10, УК-12, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-11, ПК-2, ПК-4, СПК-1 |
| НИР | Научно-исследовательская работа | 8 | |
| НИР | Научно-исследовательская работа | 6 | УК-1, УК-2, УК-5, УК-6, УК-7, УК-10, УК-12, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-8, ОПК-11, ПК-2, ПК-4, СПК-1 |
| НИР | Научно-исследовательский семинар | 2 | ОПК-1, ПК-3 |
| <u>Государственная итоговая аттестация</u> | | 9 | |
| ГЭ | Государственные экзамены | 3 | |
| ГЭ | Государственный экзамен по специальности «Фундаментальная и прикладная биология» | 3 | |
| ВР | Выпускные работы и проекты | 6 | |
| ВР | Защита выпускной квалификационной работы | 6 | |
| | Объем программы специалитета | 360 | |

Дисциплины специализации по выбору студента (примерный перечень):

Адаптивная регуляция экспрессии генов;
Биомедицинские нанотехнологии;
Биотехнологии грибных целлюлаз;
Иммунобиотехнология;
Искусственный фотосинтез;
Использование рекомбинантных ДНК;
Медицинская биотехнология;
Методы работы с экспериментальными животными;
Молекулярные методы клеточной биологии;
Принципы надлежащей лабораторной практики;
Технические регламенты культивирования микроорганизмов;
Экспериментальная биомедицина.

К обязательной части ОПОП ВО относятся все дисциплины (модули) базовой части, а также дисциплины (модули) вариативной части (относящиеся к специальности в целом или к направленности (профилю)/специализации), установленные факультетом как обязательные; обязательные практики, государственная итоговая аттестация. К части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений, относятся все дисциплины (модули) по выбору, отнесенные к вариативной части, а также практики по выбору (при наличии).

5. Условия реализации ОПОП ВО

МГУ располагает материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы специалитета по дисциплинам (модулям), практикам, в том числе научно-исследовательской работе, государственной итоговой аттестации в соответствии с учебным планом.

При реализации ОПОП ВО по указанной специальности МГУ обеспечивает:

- сбор и анализ образовательной траектории, скорости и глубины освоения материала, профессиональных и общественных интересов студентов;
- развитие творческого потенциала студентов через организацию площадок для коллективной работы студентов в формате дискуссий, открытых лекций, мастер-классов;
- сервис конструирования индивидуальной траектории для каждого студента, с учетом его цифрового следа, мнения преподавателей и администрации
- интерактивность занятий с учетом современных цифровых технологий,
- управление учебным процессом посредством сбора данных обратной связи, базирующихся на основе цифровых технологий.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде МГУ из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории МГУ, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда МГУ обеспечивает: доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик,

электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

5.1. Материально-технические условия реализации программы специалитета

Для реализации программы специалитета используются помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных ОПОП ВО, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МГУ.

Реализация программы специалитета обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости).

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости.

При наличии обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными или электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

5.2. Учебно-методическое обеспечение реализации программы специалитета

Программа специалитета обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам, практикам и ГИА.

В случае использования в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

5.3. Кадровые условия реализации программы специалитета

Реализация программы специалитета обеспечивается педагогическими работниками МГУ, а также лицами, привлекаемыми МГУ к реализации программы специалитета на иных условиях.

Квалификация педагогических работников МГУ отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках или профессиональных стандартах.

Более 70 процентов численности педагогических работников МГУ, участвующих в реализации программы специалитета, и лиц, привлекаемых МГУ к реализации программы специалитета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую или практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Более 5 процентов численности педагогических работников МГУ, участвующих в реализации программы специалитета, и лиц, привлекаемых МГУ к реализации программы специалитета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями или работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Более 70 процентов численности педагогических работников МГУ и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности МГУ на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) или ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

5.4. Механизмы оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе специалитета

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе специалитета определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой МГУ принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования программы специалитета МГУ при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе специалитета привлекает работодателей или их объединения, иных юридических или физических лиц, включая педагогических работников МГУ.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе специалитета обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе специалитета осуществляется в рамках процедуры государственной аккредитации. Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе специалитета может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня

подготовки выпускников, отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии), требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

**Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ОПОП ВО
по специальности 06.05.02 «Фундаментальная и прикладная биология» (направленность(профиль)/специализация
«Биотехнология»)**

| № п.п. | Код ПС | Наименование ПС | Реквизиты приказа Министерства труда и социальной защиты Рос- сийской Федерации об утверждении | Дата и регистрационный номер Министерства юсти- ции Российской Федерации |
|---|--------|--|--|--|
| 22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака | | | | |
| 1 | 22.004 | Специалист в области биотехнологий продук- тов питания | 24.09.2019 № 633н | 21.10.2019 №56285 |
| 26 Химическое, химико-технологическое производство | | | | |
| 2 | 26.024 | Специалист в области биотехнологии биоло- гически активных веществ | 22.07.2020 № 441н | 19.08.2020 №59324 |
| 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности | | | | |
| 3 | 40.008 | Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно- конструкторскими работами | 11.02.2014 № 86н | 21.03.2014 № 31696 |

Таблица 2

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы специалитета по специальности 06.05.02 «Фундаментальная и прикладная биология» (направленность(профиль)/специализация «Биотехнология»)

| Код и наименование профессионального стандарта | Обобщенные трудовые функции | | | Трудовые функции | | | |
|--|-----------------------------|--|----------------------|---|--------|-----------------------------------|--|
| | Код | наименование | уровень квалификации | Наименование | код | уровень (подуровень) квалификации | Степень отношения к профессиональной деятельности выпускника |
| 22.004 <i>Специалист в области биотехнологий продуктов питания</i> | | Ведение технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности | 4 | Техническое обслуживание технологического оборудования производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с эксплуатационной документацией | A/01.4 | 4 | полностью |
| | | | | Выполнение технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями | A/02.4 | 4 | полностью |

| Код и наименование профессионального стандарта | Обобщенные трудовые функции | | | Трудовые функции | | | |
|---|-----------------------------|--|----------------------|--|--------|-----------------------------------|--|
| | Код | наименование | уровень квалификации | Наименование | код | уровень (подуровень) квалификации | Степень отношения к профессиональной деятельности выпускника |
| 26.024 <i>Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ</i> | | Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ | 6 | Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ | A/01.6 | 6 | полностью |
| | | | | Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов | A/02.6 | 6 | полностью |
| | | | | Контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом | A/03.6 | 6 | полностью |
| 40.008 <i>Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами</i> | | Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике | 6 | Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану | A/01.6 | 6 | полностью |
| | | | | Управление разработкой технической документации проектных работ | A/02.6 | 6 | полностью |
| | | | | Осуществление работ по | A/03.6 | 6 | полностью |

| Код и наименование профессионального стандарта | Обобщенные трудовые функции | | | Трудовые функции | | | |
|--|-----------------------------|--------------|----------------------|------------------|--|-----------------------------------|--|
| | Код | наименование | уровень квалификации | Наименование | код | уровень (подуровень) квалификации | Степень отношения к профессиональной деятельности выпускника |
| | | | | | планированию ресурсного обеспечения проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | | |

Оценочные и методические материалы для контроля формирования компетенций обучающихся в процессе освоения образовательной программы

I. Общие положения

Согласно требованиям Образовательных стандартов, самостоятельно устанавливаемых МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), при разработке образовательной программы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции выпускников, установленные в ОС МГУ, а также специализированные профессиональные компетенции (при наличии), установленные структурным подразделением МГУ, включаются в набор требуемых результатов освоения образовательной программы.

Структурное подразделение МГУ самостоятельно устанавливает индикаторы достижения всех компетенций, а также планирует результаты обучения по дисциплинам (модулям), практикам, которые должны быть соотнесены с установленными индикаторами достижения компетенций. Совокупность результатов обучения по дисциплинам (модулям), практикам (включая НИР) должна обеспечивать формирование у выпускника МГУ всех компетенций, установленных образовательной программой.

Настоящие оценочные и методические материалы содержат перечень и описание всех компетенций выпускников образовательной программы через индикаторы достижения компетенций и соответствующие этим индикаторам результаты обучения.

В настоящих материалах представлена также базовая схема формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, позволяющая увидеть этапы формирования компетенций через последовательность осваиваемых дисциплин (модулей) и практик (включая НИР).

На основе данных материалов разработчики Рабочих программ дисциплин (модулей) и практик (включая НИР) (далее – Рабочие программы) определяют (уточняют) результаты обучения по дисциплине (модулю) или практике (НИР), формируют соответствующие оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) или практике (включая НИР).

Согласно требованиям ОС МГУ *фонд оценочных средств (далее – ФОС)* – это система методических и контрольно-измерительных материалов, предназначенных для контроля достижения обучающимися требуемых компетенций посредством оценивания полученных ими знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, соответствующих индикаторам достижения компетенций, установленных в ОПОП ВО.

ФОС ОПОП ВО состоит из:

а) перечня требуемых компетенций выпускников образовательной программы с указанием индикаторов достижения каждой компетенции и соответствующих этим индикаторам результатов обучения по отдельным компонентам ОПОП ВО (приведено

в Разделе II). Каждая рабочая программа дисциплин, модулей, практик (включая НИР) должна содержать информацию о компетенциях, которые полностью или частично формируются в рамках данной дисциплины (модуля) или практики, об индикаторах достижения этих компетенций и соответствующих этим индикаторам результатах обучения по дисциплине (модулю) или практике. Набор компетенций, в формировании которого участвует дисциплина (модуль) или практика, указывается в соответствии с разделами II- III настоящего документа;

б) оценочных материалов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплинам (модулям) и практикам (ФОС для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации). ФОС для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплинам (модулям) и практикам *размещен в соответствующих разделах рабочих программ дисциплин (модулей), практик*. ФОС включает типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций. В рамках промежуточной аттестации оцениваются результаты обучения, заявленные в РПД.

в) оценочных материалов для проведения государственной итоговой аттестации (в части государственного экзамена) (ФОС для государственной итоговой аттестации). ФОС для государственной итоговой аттестации приведен в разделе IV и включает в себя типовые контрольные задания для государственного экзамена и другие материалы, необходимые для оценивания результатов освоения выпускниками образовательной программы в целом.

Подтверждением успешного прохождения обучающимся промежуточного этапа формирования каждой компетенции является получение им положительной оценки при промежуточной аттестации по соответствующей дисциплине (модулю), практике из перечня элементов ОПОП, формирующих каждую компетенцию.

Успешное прохождение промежуточной аттестации по совокупности дисциплин (модулей) и (или) практик, соответствующей всей совокупности индикаторов достижения той или иной компетенции, установленной ОПОП ВО, подтверждает окончательное формирование у обучающегося данной компетенции.

Формирование у обучающегося всех требуемых компетенций происходит в результате полного успешного освоения образовательной программы.

II. Компетенции выпускников, установленные в качестве требований к результатам освоения образовательной программы, индикаторы их достижения и результаты обучения

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--|--|
| УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ | | | |
| <p>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 деятельности.</p> | <p>УК-1.1. Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием системного подхода.</p> <p>УК-1.2. Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов.</p> | <p>Метаболическая инженерия Преддипломная практика Спецглавы биотехнологии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы системного подхода к редактированию геномов, к моделированию биологических объектов и биосинтетических процессов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности. • оценивать и прогнозировать последствия своей научной и профессиональной деятельности <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|--------------------------------------|---|
| | | Научно-исследовательская работа | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формы и методы научного познания применительно к биологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методологию научного познания при планировании научного исследования и интерпретации полученных результатов; • формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных; • использовать междисциплинарные системные связи наук; • оценивать и прогнозировать последствия своей научной и профессиональной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологией научного познания применительно к профессиональной сфере 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.</p> | Современные проблемы биологии | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия и методы естествознания, проблемы и перспективы прикладных и фундаментальных направлений современной биологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оперировать основными понятиями и терминами современной биологии, использовать полученные знания для поста- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|---------------------------------------|---|
| | | | <p>новки и решения исследовательских задач.</p> <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • постановки и решения задач в сфере профессиональной деятельности. |
| | <p>УК-2.2. Использует знания физиологии при решении прикладных задач биологии (в том числе биомедицинских).</p> | <p>Физиология с основами анатомии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сведения о физиологических процессах, протекающих в организме животных и человека. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять на практике приемы составления учебных отчетов; • излагать и анализировать получаемую информацию. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками планировать физиологический эксперимент. |
| | <p>УК-2.3. Применяет физические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого.</p> | <p>Биофизика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы термодинамики в применении к биологическим системам; • основные принципы, определяющие электронные свойства, пространственную структуру биополимеров и их конформационную подвижность; • структурную организацию биологических мембран, их физико-химические свойства и особенности динамического поведения; • механизмы транспорта веществ через биомембраны, молекулярное строение и механизмы функционирования систем |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | <p>мембранного транспорта (каналов, переносчиков, насосов);</p> <ul style="list-style-type: none"> • механизмы генерации и распространения возбуждения в клетках; • молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения (фотосинтетические и дыхательные процессы); • основные закономерности действия света на биологические системы; • физико-химические механизмы фотоэнергетических, фоторегуляторных и фотодеструктивных процессов; • молекулярные механизмы действия ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические системы; • физические основы использования ионизирующих и неионизирующих излучений в медицине. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять физические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы на современном научном оборудовании. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--------------------------------------|--|
| | <p>УК-2.4. Грамотно использует терминологию и понятийный аппарат естественных наук.</p> | Преддипломная практика | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • моделировать основные процессы предстоящего исследования с целью выбора методов исследования и (или) создания новых методик. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологией научного познания применительно к профессиональной сфере деятельности. |
| | | Научно-исследовательская работа | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками грамотного использования основных понятий, законов и представлений естественных наук при интерпретации результатов научной работы. |
| <p>УК-3. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач</p> | <p>УК-3.1. Анализирует философские тексты.</p> <p>УК-3.2. Использует основные идеи и категории философии при решении социальных и профессиональных задач.</p> | Философия | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные философские категории и концепции, историю и круг современных философских проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности, решением социальных и профессиональных задач <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ставить, анализировать и оценивать философские проблемы. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критического восприятия и оценки источников информации, приемами ведения дискуссии и творческого мышления. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--|---|
| <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.</p> <p>УК-4.2. Реализует на практике план проекта.</p> <p>УК-4.3. Критически анализирует результаты выполнения проекта.</p> | <p>Практика по биоразнообразию и экологии, Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа</p> | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составить общий и развернутый план научного исследования по заданной теме; • реализовать сформулированные задачи научного исследования с учетом имеющихся ресурсов; • провести критический анализ результатов научной работы; • сформулировать перспективы развития собственного научного исследования. |
| <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>Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа</p> | <p>Имеет опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разработки стратегии сотрудничества и организации взаимодействия в научном коллективе при проведении научных исследований. |
| <p>УК-6. Способен применять современные коммуникативные техноло-</p> | <p>УК-6.1 Осуществляет письменную и устную коммуникацию на иностранном</p> | <p>Иностранный язык Преддипломная практика Научно-исследовательская работа</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • грамматические конструкции, используемые в научной и деловой коммуникации на иностранном языке. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|--|---|
| гии, в том числе на иностранном языке (иностранцев языках), для академического и профессионального взаимодействия | <p>языке в академической сфере.</p> <p>УК-6.2 Осуществляет письменную и устную коммуникацию на иностранном языке в профессиональной сфере.</p> | | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать грамматические конструкции в научной и деловой коммуникации на иностранном языке. оформить и представить результаты научных исследований согласно требованиям профессионального сообщества, в устной и письменной форме, в том числе на английском языке <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками использования специального и общего словарного запаса на иностранном языке в профессиональной деятельности. |
| | <p>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.</p> <p>УК-6.4. Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем.</p> | <p>Русский язык и культура речи Преддипломная практика Научно-исследовательская работа</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> основные семантические, номинативные, коммуникативные, оценочные характеристики, вычлняемые в русских словах, словоформах, текстах; основные типы соотношений между формальной, семантической, и коммуникативной структурой предложения; специфику научного, делового, публицистического стилей; основные механизмы и средства создания текстов разных стилей и жанров для устной и письменной коммуникации. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> извлекать точный и полный смысл из |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--------------|--|--------------------------------------|---|
| | <p>УК-6.5. Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающим задачам профессиональной деятельности.</p> | | <p>предъявляемых на русском языке словоформ, предложений, текстов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • создавать на русском языке устные и письменные тексты, адекватные различным аспектам замысла производителя речи с учётом фактора адресата. • оформить и представить результаты научных исследований согласно требованиям профессионального сообщества, в устной и письменной форме, в том числе на английском языке. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • литературными нормами произношения и употребления слов; общими правилами построения различных типов текстов, речевыми стратегиями и тактиками решения профессиональных задач коммуникации, приемами реферирования и схематизации профессиональных текстов, а также приемами использования разнообразной справочной литературы по русскому языку, в том числе и в электронном виде, для решения конкретных задач рецепции и продукции текстов на русском языке; • навыками представления результатов своих исследований на русском и английском языках, в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе |
| УК-7. | УК-7.1. | Информатика и биоинформа- | Знает: |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--------------------------------------|---|
| Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах. | Использует информационно-коммуникационные технологии для сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования биологической информации. | тика | <ul style="list-style-type: none"> • совокупность технологий, обеспечивающих сбор, обработку, хранение, распространение, отображение и использование информации. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать информационно-коммуникационные технологии для сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования биологической информации <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использования электронных библиотек, информационных и поисковых систем. |
| | УК-7.2. Использует современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах. | Биофизика | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приёмы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить поиск научной литературы по заданной тематике, в том числе с использованием баз данных профессионального назначения; • осуществлять критический анализ и синтез полученной информации; • формулировать цель и конкретные задачи сбора имеющейся научной информации и планируемых собственных исследований. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--------------------------------------|--|
| | | | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельного приобретения и использования в практической деятельности новых знаний и умений, обеспечивающих осуществление инновационных подходов к решению исследуемых научных проблем. |
| | УК-7.3. Реализует навыки обработки и представления информации с использованием современных компьютерных технологий. | Преддипломная практика | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • обрабатывать полученные результаты с использованием современных информационных технологий и анализировать их, с учетом имеющихся данных. |
| | | Научно-исследовательская работа | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения современных IT-технологий в научной работы при сборе, анализе и представлении информации. |
| УК-8. Способен интерпретировать историю России в контексте мирового исторического развития | УК-8.1. Интерпретирует события в мире, опираясь на понимание истории России. | История России | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • формы и методы научного познания, основные закономерности исторического процесса, этапы исторического развития России, место и роль России в истории человечества и в современном мире. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • анализировать и оценивать социальную информацию, планировать и осуществлять свою деятельность с учётом результатов этого анализа; выстраивать и поддерживать отношения с другими членами коллектива. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|---|--|
| | | | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками устного и письменного изложения собственной точки зрения, публичной речи, аргументации, ведения дискуссий и полемики; практического анализа логики различного рода размышлений. |
| УК-9. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия; | УК-9.1. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций, связанных с антропогенной деятельностью в различных регионах мира. | Современные экологические проблемы, устойчивое развитие и охрана природы | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • современную демографическую ситуацию в различных регионах мира и пути обеспечения населения продовольствием; современные экологические проблемы и мировые тенденции их решения. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками самостоятельного осмысления и анализа экологических проблем, связанных с состоянием биосферы и местом в ней человека. |
| УК-10. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни, формировать приоритеты лич- | УК-10.1. Критически анализирует собственный интеллектуальный потенциал, оценивает возможные направления саморазвития. УК-10.2. Выстраивает профессио- | Практика по биоразнообразию и экологии, Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • анализировать и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно планировать и осуществлять процесс саморазвития в научной сфере деятельности. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|---|--|
| ностного и профессионального развития. | нальную траекторию на основе адекватной самооценки. | | |
| УК-11. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. | 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. | Физическая культура (Элективные курсы по физической культуре) | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • научные и методические основы физической культуры и здорового образа жизни. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • использовать творчески средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования; широким спектром ценностей мировой и отечественной физической культуры, спорта и оздоровительных систем. |
| 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. | УК-12.1. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности. УК-12.2. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на | Безопасность жизнедеятельности, Преддипломная практика, | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • структуру РСЧС и ГО РФ на различных уровнях (от объекта экономики или городского района до Российской Федерации в целом); • основы защиты населения и территорий в ЧС; • специфику мероприятий по защите населения и территорий в ЧС различного характера; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|---|--|
| | <p>рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.</p> <p>УК-12.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения.</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • нормы и требования техники безопасности при работе в научно-исследовательской лаборатории. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать мероприятия по защите населения и территорий в ЧС, проводимые заблаговременно; • осуществлять научную деятельность с учетом норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • осуществления мероприятия по защите населения и территорий в ЧС; • навыками безопасной работы с биологическими образцами, химическими реактивами и оборудованием при выполнении научных исследований. |
| <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>Современные экологические проблемы, устойчивое развитие и охрана природы</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные теоретические закономерности и основы природопользования, экономические приемы регулирования природопользования, правовые основы природопользования и охраны окружающей среды; • причины, ограничивающие направление дальнейшего развития человечества; характер объективных биосферных ограничений хозяйственной деятельности человечества и достигнутых |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--------------------------------------|---|
| | | | <p>в последние десятилетия позитивных результатов поддержания устойчивости развития мирового сообщества;</p> <ul style="list-style-type: none"> • права и обязанности граждан в области рационального природопользования и охраны природы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать причины и последствия изменения окружающей среды и принимать решения, способствующие минимизации воздействия на природу и сохранению здоровья людей. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологическими основами и подходами к решению экологических проблем с учетом теоретических знаний о биосфере и перехода к устойчивому развитию, методами оценки экологического риска для решения практических задач в своей профессиональной области. |
| <p>УК-14. Способен использовать основы правовых знаний в различных областях жизнедеятельности и формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в социальной и профессиональной среде.</p> | <p>УК-14.1. Использует основы правовых знаний для защиты своих гражданских прав.</p> <p>УК-14.2 Знает основы антикоррупционного законодательства.</p> | <p>Правоведение</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы конституционного строя Российской Федерации, основные права и обязанности человека и гражданина, организационные, материальные и юридические гарантии их реализации; • основные принципы правоприменительной и правореализационной деятельности; • структуру органов государственной |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| | | | <p>власти и управления Российской Федерации;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы системы права России, основы регулирования гражданских, семейных, трудовых, административных и налоговых правоотношений. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • реализовывать основные права и исполнять юридические обязанности гражданина Российской Федерации; • проводить анализ законодательных установлений и требований к профессиональной деятельности; • организовывать работу по исполнению правовых норм, применению правовых средств для решения практических задач в профессиональной деятельности. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работы с законодательством, научной литературой по праву, периодическими изданиями, ресурсами Интернет с последующим их анализом с целью выделения наиболее эффективных способов исполнения законодательных установлений и требований к профессиональной деятельности; • разработки предложений по оптимизации правового регулирования профессиональной деятельности; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--------------------------------------|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • разработки этических установлений в профессиональной деятельности. |
| <p>УК-15. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.</p> | <p>УК-15.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике.</p> <p>УК-15.2 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, контролирует собственные экономические и финансовые риски.</p> | <p>Экономика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные экономические понятия; • организацию, закономерности и проблемы функционирования современной рыночной экономики; • основные принципы рационального поведения; • организационно-правовые формы предпринимательства; • модели и инструменты управления современной компанией; • основные показатели эффективности предпринимательской деятельности; • функции государства в смешанной экономике, основные направления и инструменты государственной экономической политики; • основные макроэкономические показатели; • основные тенденции и проблемы развития российской и мировой экономики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать отчетные документы фирм, материалы статистических сборников и Интернет-ресурсы; • решать задачи экономического |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|---------------------------------------|---|
| | | | <p>содержания.</p> <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельного освоения специальной учебной литературы полного и логичного изложения изученного учебного материала. |
| <p>УК-16. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.</p> | <p>УК-16.1. Использует базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.</p> | <p>Физиология с основами анатомии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> современные направления физиологических исследований и основы биологии человека. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> представлять результаты лабораторных биологических исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками применения современных методов исследования на уровне целого организма. |
| ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ | | | |
| <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</p> | <p>ОПК-1.1. Применяет знания о зоологическом многообразии в сфере профессиональной деятельности и сфере охраны окружающей среды.</p> | <p>Зоология</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> систематику позвоночных и беспозвоночных животных. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> понимать значение позвоночных и беспозвоночных животных в общих экологических процессах. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками систематического определения позвоночных и беспозвоночных живот- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--|--|
| методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы. | | Практика по биоразнообразию и экологии | <p>ных.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания по зоологии и ботанике в профессиональной деятельности. |
| | ОПК-1.2. Применяет знания по вирусологии для решения задач в сфере профессиональной деятельности. | Вирусология и иммунология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • о строении и особенностях жизнедеятельности вирусов, о роли вирусов в возникновении инфекционных заболеваний растений, животных и человека, роли вирусов в канцерогенезе, о субвирусных инфекционных агентах – сателлитных нуклеиновых кислотах, вириодах и прионах. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания для работы с вирусами и другими биологическими объектами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа литературных и экспериментальных данных по вирусологии. |
| | ОПК-1.3. Применяет знания по гистологии для решения задач в сфере профессиональной деятельности. | Гистология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы интеграции клеток в составе многоклеточных организмов в тканевые комплексы; • особенности функционирования тканей, как обособленных биологических систем, |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--------------------------------------|---|
| | | | <p>включающих клетки и межклеточное вещество;</p> <ul style="list-style-type: none"> • механизмы биогенеза тканей, роли клеточных взаимодействия и обновления клеток в процессах формирования, обновления и регенерации тканей, а также изменения тканей в ходе развития патологических процессов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать полученные знания для применения в области молекулярной и клеточной биологии, гистологии и эмбриологии, а также смежных областях биологии. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа и интерпретации основных понятий в гистологии. |
| | <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>Физиология растений</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • базовые представления о разнообразии растительных объектов; • физико-химические принципы строения и биофизико-химические основы функционирования растений; • принципы клеточной организации растительных объектов, их структурную и функциональную организацию. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • объяснить участие различных клеточных структур в механизмах гомеостатической |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|--|
| | | | <p>регуляции, хранении, передачи и реализации наследственной информации;</p> <ul style="list-style-type: none"> • уникальные физиолого-биохимические свойства растений, в частности способность синтезировать широкий спектр вторичных метаболитов, которые находят применение в фармакологии на основе биотехнологий. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения исследований и анализа основных метаболических систем растения: фотосинтетической, дыхательной, гормональной, репродуктивной и др., а также механизмов их регуляции и взаимодействия в системе целого растения. |
| | <p>ОПК-1.5. Использует знания о биологических макромолекулах, их функциях и путях образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> | <p>Основы молекулярной биологии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные классы биологических макромолекул, их функции и пути образования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать современную научную информацию для адекватного планирования собственных исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критически оценивать методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул и анализировать полученные с их помощью результаты. |
| | <p>ОПК-1.6. Применяет знания о раз-</p> | <p>Эволюционная биология</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные пути эволюции разных групп |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | <p>нообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях.</p> | | <p>высших и низших животных и растений, человека;</p> <ul style="list-style-type: none"> • как взаимодействие организмов с окружающей средой и другими организмами проводит к эволюционным преобразованиям; • как формируется распределению видов в естественных условиях и при антропогенном воздействии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • восстанавливать на основе современных данных основные этапы филогенеза исследуемых групп организмов; • использовать различные методы палеонтологического, молекулярного и сравнительно-анатомического анализа для изучения истории формирования биоразнообразия; • критически воспринимать эволюционные воззрения, в том числе и альтернативные • вести аргументированную дискуссию по эволюционной проблематике. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками сбора, анализа и интерпретации данных для эволюционных исследований. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|--|
| | | Эмбриология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные этапы онтогенеза; • механизмы роста; • цитоморфологические и молекулярно-генетические закономерности процессов дифференцировок и возможные причины аномалий развития. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза; • сопоставлять основные регуляторные пути развития (как онтогенетического, так и регенерационного). <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками определения, анализа и сопоставления основных этапов онтогенеза. |
| | ОПК-1.7. Использует знания о разнообразии, развитии и эволюции объектов ботаники в профессиональной деятельности. | Ботаника | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • строение растительных организмов на разных уровнях организации: клеточном, тканевом, органном и организменном; современные представления о филогенезе высших растений, их таксономическом разнообразии; • разнообразие, циклы развития, эволюцию водорослей, грибов, псевдогрибов, слизевиков. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретировать и анализировать и применять полученные знания о |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--|---|
| | | | <p>разнообразии, развитии и эволюции объектов ботаники в контексте их биосферной роли.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения теоретических знаний для освоения новых учебных курсов и выполнения практических задач. |
| | | Практика по биоразнообразию и экологии | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания по зоологии и ботаники в профессиональной деятельности. |
| | ОПК-1.8. Использует знания о современных методах биоинформатики, математического и молекулярного моделирования для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях. | Биофизика | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные особенности кинетики биологических процессов, принципы построения математических моделей биологических систем; • основные принципы, определяющие электронные свойства, пространственную структуру биополимеров и их конформационную подвижность; • методы определения пространственной структуры и параметров конформационной динамики биомакромолекул. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методы качественной теории |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|--|
| | | | <p>дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками построения и валидации математических моделей биологических систем. |
| | <p>ОПК-1.9. Использует знания о биологических макромолекулах, их функциях и путях образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> | <p>Молекулярная генетика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные классы биологических макромолекул, их функции и пути образования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать современную научную информацию для адекватного планирования собственных исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критически оценивать методы выделения, очистки и анализа биологических макромолекул и анализировать полученные с их помощью результаты. |
| | <p>ОПК-1.10. Использует знания современных технологий метаболической инженерии для решения инновационных задач биотехнологий.</p> | <p>Метаболическая инженерия</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • научные основы биотехнологии, применяемые при конструировании штаммов продуцентов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять современные технологии метаболической инженерии для дизайна и создания штаммов продуцентов с заданными свойствами для решения инновационных задач биотехнологий. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | | | Владеет навыками: <ul style="list-style-type: none"> • современными технологиями метаболической инженерии. |
| | ОПК-1.11. Применяет современные технологии геномного редактирования для решения научно-практических задач. | Спецглавы биотехнологии | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • научные основы биотехнологии, применяемые при отборе и модификациях промышленных штаммов микроорганизмов. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять современные технологии геномного редактирования для дизайна и создания штаммов продуцентов с заданными свойствами для решения инновационных задач промышленных и пищевых биотехнологий. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • современными технологиями геномного редактирования. |
| | ОПК-1.12. Использует знания о структурной организации клеток и их пластических возможностях для решения фундаментальных задач клеточной биологии в лабораторных условиях. | Клеточная биология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • молекулярные и структурно-функциональные характеристики клеточных органелл и их систем, а также принципы работы механизмов размножения клеток, их дифференцировки, старения и гибели, роль ключевых регуляторных систем в реализации этих процессов. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • использовать полученные знания для применения в области молекулярной и клеточной биологии, гистологии и эм- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|---|--|
| | | | <p>бриологии, а также смежных областях биологии;</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа и интерпретации основных понятий в области клеточной биологии. |
| | <p>ОПК-1.13. Использует знания принципов и методов синтеза, анализа и контроля веществ при решении профессиональных задач.</p> | <p>Преддипломная практика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • литературные данные, полученные ранее в рамках выбранной научной тематики; • теоретические основы методов, используемых при решении задач преддипломной практики; • основные особенности объектов анализа; • принципы и методы синтеза, анализа и контроля веществ на основе полученных фундаментальных знаний в области теории и приобретенных экспериментальных навыков. |
| | <p>ОПК-1.14. Анализирует и интерпретирует результаты моделирования биологических систем и процессов.</p> | <p>Научно-исследовательская работа</p> | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа и интерпретации результатов моделирования биологической системы и процессов при решении задач научного исследования в выбранной области биологии и биотехнологии. |
| | <p>ОПК-1.15. Использует знания классических и современных методов биотехнологии при выполнении научно-</p> | <p>Научно-исследовательский семинар</p> | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • творчески использовать в научно-исследовательской деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин программы «Биотехнология»; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|--|--|
| | исследовательской работы | | <p>использовать достижения биоинформатики, современные компьютерные технологии для решения научных и производственных задач, для сбора и анализа информации, создавать и пользоваться современными базами данных и другими биоинформационными ресурсами.</p> <p>Имеет опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применения знаний фундаментальных и прикладных разделов дисциплин программы «Биотехнология», а также классических и современных методов биотехнологии при ведении научно-исследовательской работы. |
| <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</p> | <p>ОПК-2.1 Планирует и проводит работы с биологическими объектами, соблюдая требования биоэтики.</p> | <p>Биоэтика</p> <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Методы работы с экспериментальными животными; Экспе-</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основания биоэтики и рассматриваемую ею проблематику. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • представлять альтернативные позиции в решении дискуссионных биоэтических проблем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками постановки и решения биоэтических проблем в соответствии с современными нормативными документами. <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • биоэтические и законодательные аспекты использования лабораторных животных, принципы выбора животных и их количества для проведения исследований, усло- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| <p>методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности.</p> | | <p>риментальная биомедицина)</p> | <p>вия содержания лабораторных животных, технику безопасности при работе с лабораторными животными;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные биоэтические принципы современной научно- исследовательской деятельности, правила гуманного обращения с лабораторными животными, основные этапы проведения доклинических исследований, принципы надлежащей лабораторной практики (GLP стандарт), методы выполнения исследований в области биомедицины. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать полученные знания в области лабораторных исследований на практике для проведения экспериментов; • использовать полученные знания для решения профессиональных задач в области биомедицины. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планирования и проведения экспериментов с животными с учётом современных требований; • оценки адекватности использования животных моделей и условий их содержания в виварии; • работы с лабораторными животными; • использования принципов лабораторной практики при организации и выполнении |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--|--|
| | | Практика по биоразнообразию и экологии | <p>исследований в области биомедицины;</p> <ul style="list-style-type: none"> • современными методами доклинических исследований и их валидации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками организации сбора материала, наблюдения, сбора данных о биологических объектах. |
| | 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. | Зоология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила безопасности при работе в зоологической лаборатории; • устройство микроскопа и правила работы с ним; • основные принципы зоологической классификации и номенклатуры; • принципы и правила создания зоологического рисунка. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные теоретические знания для идентификации различных протистов, беспозвоночных и позвоночных животных до крупных таксонов в полевых и лабораторных условиях. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками систематического определения животных. |
| | ОПК-2.3. Применяет полученные знания для решения теоретических и прикладных | Гистология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы организации, функционирования и биогенеза основных типов тканей животных; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | задач гистологии, проведения биологических экспериментов в области гистологии с использованием современных методов микроскопического анализа тканей, а также информационных технологий в области гистологии. | | <ul style="list-style-type: none"> • основные методы получения и окрашивания препаратов, используемых в нормальной и патологической гистологии; • принципы идентификации клеточных и неклеточных структур на гистологических препаратах основных органов животных. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать полученные знания для анализа гистологической информации, включая микроскопический анализ гистологических препаратов; • самостоятельно приобретать новые знания о структурной организации нормальных и патологически измененных тканей, используя современные информационные технологии; • читать и анализировать учебную и научную литературу по гистологии и смежным областям знания, в том числе на иностранном языке. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и критического анализа результатов гистологических исследований. |
| | ОПК-2.4. Планирует и проводит биологические эксперименты в области физиологии растений с растительными объектами, | Физиология растений | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структурную и функциональную организацию растений, уникальные физиолого-биохимические свойства растений. <p>Умеет:</p> |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | <p>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> | | <ul style="list-style-type: none"> • применять основные физиологические и биохимические методы анализа и оценки состояния растений и интерпретировать полученные результаты; исследовать регуляцию функций растения на уровне управления онтогенетическими программами; • идентифицировать компоненты растительной клетки по строению, описанию, схемам, биохимическим маркерам; • применять различные физические законы для описания происходящих в биологических системах процессов; • применять современные экспериментальные методы работ с биологическими объектами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения экспериментов, интерпретации и анализа результатов исследований в физиологии растений. |
| | <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>Биохимия</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные классы веществ, из которых состоят живые организмы, их функции и пути образования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять содержание важнейших веществ в живых организмах. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критически оценивать методы |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--------------------------------------|---|
| | | | определения биологически активных веществ и анализировать полученные с их помощью результаты. |
| | ОПК-2.6. Использует знания о методах исследования биологических макромолекул, их функций и путей образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности. | Основы молекулярной биологии | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные экспериментальные способы выделения биологических макромолекул из живых организмов и их анализа. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • выделять биологические макромолекулы из живых организмов и анализировать их. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбирать методы выделения биологических макромолекул из живых организмов и их анализа, наиболее пригодные для решения конкретных экспериментальных задач. |
| | ОПК-2.7. Планирует биологические эксперименты, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности. | Эволюционная биология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные факторы, влияющие на эволюционные процессы на молекулярном, организменном, биоценоотическом и экосистемном уровнях. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • планировать дизайн эволюционного эксперимента; • планировать сбор полевых и лабораторных данных. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа результатов эволюционных исследований. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|---|---|
| | <p>ОПК-2.8. Применяет знания методологии микробиологии для идентификации, классификации и культивирования микроорганизмов.</p> | <p>Дисциплина специальности на иностранном языке по выбору студента (Методология микробиологии)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные принципы и новые методы выделения микроорганизмов из природной среды, включая экстремофильных, а также продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков и других биологически активных веществ; принципы их определения и классификации, включая основанные на методах молекулярной микробиологии; физиологию и экофизиологию различных групп микроорганизмов, включая хемолитотрофов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять различные подходы для разработки стратегии выделения и идентификации микроорганизмов, изучения их физиологии и биохимических свойств. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов. |
| | <p>ОПК-2.9. Планирует и проводит биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование объектов ботаники.</p> | <p>Ботаника</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • имеет представление о связи формы и функции растений, внешнего и внутреннего строения; зависимости строения и жизнедеятельности растений от условий их существования; филогенезе высших растений, их таксономическом разнообразии; • владение соответствующей терминологией; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • особенности морфологии, ультраструктуры, размножения, физиологические, биохимические и генетические особенности и подходы к классификации водорослей, грибов, псевдогрибов, слизевиков. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать и осуществлять сбор и первичную обработку материала для ботанических исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа результатов ботанических исследований. |
| | <p>ОПК-2.10. Применяет физические и математические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого.</p> | <p>Биофизика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальные теоретические основы биофизических методов и их возможности для решения биологических и биофизических задач. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять физические и математические методы для изучения биологических систем на различных уровнях организации живого. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельного выбора, освоения или разработки экспериментальных методов (биофизических, биохимических, радиобиологических, расчетных и др.), необходимых для выполнения планируемых исследований; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | <p>ОПК-2.11. Проводит биологический эксперимент в рамках эмбриологического исследования, руководствуясь принципами биоэтики.</p> | Эмбриология | <ul style="list-style-type: none"> • обработки экспериментальных результатов и составления научных отчетов по результатам экспериментальных исследований. <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы определения репрезентативности контрольной и экспериментальной выборок применительно к эмбриологическим объектам для построения эксперимента; • принцип подбора адекватных методов для анализа эксперимента. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно применять экспериментальное воздействие на эмбриологические объекты, руководствуясь принципами биоэтики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками формирования экспериментальных групп и их содержания в эксперименте. |
| | <p>ОПК-2.12. Применяет знания о методах исследования биологических макромолекул, их функций и путей образования для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> | Молекулярная генетика | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные экспериментальные способы выделения биологических макромолекул из живых организмов и их анализа. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выделять биологические макромолекулы из живых организмов и анализировать их. <p>Владеет:</p> |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|---|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбирать методы выделения биологических макромолекул из живых организмов и их анализа, наиболее пригодные для решения конкретных экспериментальных задач. |
| | <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>Физиология и культивирование микроорганизмов</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы роста микробных популяций и имеет представление о гетерогенности микробных популяций; • теоретические основы разных форм культивирования и имеет представление о роли стрессовых факторах. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать критерии физиологии микроорганизмов применительно к объектам своей профессиональной деятельности и биосферы в целом. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • расчета условий культивирования микроорганизмов для получения продуктов микробной биотехнологии на популяционном уровне; • моделирования процессов роста популяций микроорганизмов и синтеза ими целевых продуктов. |
| | <p>ОПК-2.14. Анализирует и интерпретирует результаты цитологических исследований.</p> | <p>Клеточная биология</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы, применяемые в клеточной биологии, • принципы идентификации изображения |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|---|---|
| | | | <p>клеточных структур на гистологических и цитологических препаратах,</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы идентификации микрофотографий, полученных различными методами световой и электронной микроскопии и умеет определять по изображению на микрофотографии использованный метод. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно приобретать новые знания, используя современные информационные технологии; • читать и анализировать учебную и научную литературу по клеточной биологии и смежным областям знания, в том числе на иностранном языке. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа результатов цитологических исследований. |
| | ОПК-2.15. Применяет методологию научного подхода при выполнении исследований биотехнологической направленности. | Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения методологии научного подхода при выполнении исследований биотехнологической направленности. |
| <p>ОПК-3. Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов математики</p> | ОПК-3.1. Использует основные понятия и концепции геологии, географии и почвоведения для решения задач в сфере | Науки о Земле | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия и концепции геологии, географии и почвоведения. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные понятия и концепции |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--------------------------------------|--|
| и естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности. | профессиональной деятельности. | | <p>ции геологии, географии и почвоведения для решения задач в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования данных геологии, географии и почвоведения при обсуждении вопросов биологической тематики. |
| | <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> | Математические методы в биологии | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы теоретических подходов и практических методов анализа биологических данных, применяемых в современной науке. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать пакеты прикладных компьютерных программ при анализе экспериментальных данных. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования статистических, дескриптивных и графических методов анализа биологических данных. |
| | <p>ОПК-3.3. Применяет современные теоретические и методические подходы физической химии для решения междисциплинарных задач в сфере наук о жизни.</p> | Основы физической химии | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • свойства химических систем; • основы химической термодинамики и кинетики, реакционной способности веществ, их идентификации; • основы физической химии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять знания из области физической химии для решения междисциплинарных |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--------------------------------------|---|
| | | | <p>профессиональных задач.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками физических и химических исследований. |
| | <p>ОПК-3.4. Использует подходы аналитической химии для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.</p> | <p>Аналитическая химия</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия аналитической химии; • основы методов аналитической химии; • задачи, решаемые с помощью химических, физико-химических и физических методов аналитической химии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать равновесия в различных методах анализа. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками экспериментальной работы в аналитических лабораториях. |
| | <p>ОПК-3.5. Применяет методы математического анализа и линейной алгебры для исследования конкретных задач, в том числе в сфере профессиональной деятельности.</p> | <p>Высшая математика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия и теоремы: теории пределов; • основные понятия и теоремы дифференциального исчисления одной и нескольких переменных; • основные понятия и теоремы аналитической геометрии и линейной алгебры; • основные понятия и теоремы интегрального исчисления; • основные понятия и теоремы теории дифференциальных уравнений; • основные понятия и теоремы теории чис- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--------------------------------------|---|
| | | | <p>ловых и функциональных рядов.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вычислять пределы; • дифференцировать различные функции; • исследовать функции и строить их графики; • вычислять скалярное, векторное и смешанное произведение векторов; • решать простейшие задачи линейной алгебры и аналитической геометрии; • вычислять интегралы; • находить площади различных плоских фигур, длины кривых, объемы тел вращения; • решать различные типы дифференциальных уравнений; • исследовать числовые и функциональные ряды на сходимость (абсолютную, условную); • раскладывать функции в ряд Тейлора. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нахождения пределов, производных, неопределенных и определенных интегралов, представлений функции в ряд; • решения систем линейных уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений. |
| | ОПК-3.6. Демонстрирует сформированное есте- | Физика | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы механики, термодинамики, статистической физики, электродинамики, спе- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--------------------------------------|--|
| | <p>ственнонаучное мировоззрение, опирающееся на современную физическую картину мира.</p> | | <p>циальной теории относительности и квантовой механики.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять знания из области классической физики для решения междисциплинарных профессиональных задач. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками физических измерений и вычислений. |
| | <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>Общая и неорганическая химия</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальные законы и закономерности химической термодинамики и кинетики; • концепции квантово-механической теории строения атома и химической связи. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выделять физико-химическую сущность и механизмы процессов, происходящих в природе, в том числе в живых организмах. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения химических лабораторных экспериментов. |
| | <p>ОПК-3.8. Использует знание современных теоретических и методических подходов органической химии для решения междисциплинарных задач в сфере</p> | <p>Органическая химия</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • концепции и теоретические положения современной органической химии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • описывать механизмы процессов, происходящих с участием органических соединений, в том числе в живых |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--------------------------------------|--|
| | <p>профессиональной деятельности.</p> | | <p>организмах.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчетов, описывающих химические процессы. |
| | <p>ОПК-3.9. Применяет физические законы для описания процессов, происходящих в биологических системах.</p> | <p>Биофизика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общие принципы построения математических моделей биологических систем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять физические законы для описания процессов, происходящих в биологических системах. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать и анализировать простые математические модели биологических процессов. |
| <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, клеточном, организменном, популяционном и экосистемном уровнях.</p> | <p>ОПК-4.1. Применяет знания о разнообразии микроорганизмов и микробных процессах для обоснования критериев биологической и экологической безопасности.</p> | <p>Общая микробиология</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • о повсеместном присутствии микроорганизмов в земной биосфере и о положительном и отрицательном влиянии микробных процессов на окружающую среду и человеческую практику. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать критерии безопасности микробных процессов применительно к объектам своей профессиональной деятельности и биосферы в целом. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выявления рисков использования |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|---------------------------------------|---|
| | | | <p>ния продукции микробной биотехнологии на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном и экосистемном уровнях.</p> |
| <p>ОПК-5. Способен разрабатывать и внедрять новые методы и технологии для решения профессиональных задач в области биологии и экологии человека.</p> | <p>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 биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности.</p> | <p>Физиология с основами анатомии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • предмет, задачи и методы физиологии человека и животных, как науки о функциях организма. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ориентироваться в основных направлениях развития физиологии; • оценивать современные достижения в области физиологии и их связи с другими направлениями биологической науки. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения теоретических знаний о функциях нервной и эндокринной систем организма. |
| | <p>ОПК-5.2. Анализирует перспективность конкретных способов получения ферментов.</p> | <p>Общая биотехнология</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов; • биохимические основы микробиологического синтеза ферментов; • особенности технологических схем получения биологически активных веществ и других продуктов микробиологического синтеза; микробиологические процессы, используемые в различных отраслях экономики. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--|---|
| | | | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать методы культивирования для продуцентов необходимых веществ; • анализировать перспективность конкретных способов получения ферментов. |
| <p>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.</p> | <p>ОПК-6.1. Владеет общепринятыми стандартами ведения лабораторной деятельности, проведения эксперимента и ведения лабораторной отчетности.</p> | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные стандарты, предъявляемые к исследованиям безопасности действия веществ на живые системы, принципы их реализации на практике в испытаниях. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками ведения документации (стандартные операционные процедуры, протокол испытания, первичные данные и отчет), а также контроля качества испытания - проведению независимых инспекций ключевых фаз исследования, протокола, данных и отчета. |
| | <p>ОПК-6.2. Владеет современными инструментами безопасного культивирования микроорганизмов, лабораторной отчетности и анализа данных.</p> | | |
| | <p>ОПК-6.3. Формулирует заключения, выводы и рекомендации по результатам анализа информации биотехнологического профиля.</p> | <p>Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа</p> | |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--------------------------------------|---|
| 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. | Вирусология и иммунология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> закономерности функционирования иммунной системы человека и животных, включая анатомическое устройство, клеточный состав и ключевые механизмы. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> применять иммунологические подходы при анализе живых систем, изучении научной литературы и планировании исследований. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> навыками интерпретации данных научных исследований в области иммунологии. |
| | ОПК-7.2. Использует знания о популяциях, сообществах, экосистемах и условиях их существования для организации охраны и восстановления биоресурсов, а также мониторинга среды обитания. | Экология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> как взаимодействие организмов с окружающей средой и другими организмами приводит к закономерностям распределения видов и их численности в естественных условиях и при антропогенном воздействии. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> применять полученные знания для оценки и прогнозирования состояния надорганизменных живых систем. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> навыками сбора, анализа и интерпретации основных экологических данных. |
| | ОПК-7.3. Использует знания о мик- | Общая микробиология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> как взаимодействие микроорганизмов с |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--------------------------------------|--|
| | роорганизмах, их сообществах в экосистемах и условиях их существования для выделения новых видов, организации восстановления биоресурсов, охраны и мониторинга среды обитания. | | <p>окужающей средой и другими организмами проводит к закономерностям распределения видов и их численности в естественных условиях и в антропогенных местах обитания.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания о микроорганизмах для выделения новых видов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками сбора, обработки и анализа проб для выделения новых видов микроорганизмов. |
| <p>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).</p> | <p>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).</p> | Вирусология и иммунология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальные направления развития вирусологии и способы использования вирусов и их компонентов в области генетики, биотехнологии, биоинженерии и для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии (в том числе биомедицинских). <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать экспериментальные исследования с использованием вирусов и их компонентов в области генетики, биотехнологии, биоинженерии и для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии (в том числе биомедицинских). <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа ре- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--|--|
| | | | <p>зультатов экспериментальных исследований с использованием вирусов и их компонентов.</p> |
| | | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Биомедицинские нанотехнологии)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • физико-химические основы применения ферментов в медицинской биотехнологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • конструировать биокаталитические системы с требуемыми свойствами медицинского назначения. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками функциональной диагностики и коррекции состояния организма, методами молекулярной биофизики, биоинженерии и биотехнологии. |
| | | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Медицинская биотехнология)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные достижения современной биологии, физиологии высшей нервной деятельности, биомедицины, проблемы современной биохимии и молекулярной биологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать знания фундаментальных основ и методов генетики в оценке состояния окружающей среды и для контроля биобезопасности продуктов фармакологической и пищевой промышленности. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функциональной диагностики и коррекции |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|--|---|
| | | | <p>состояния организма, а также методами физико-химической и клеточной биологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами физико-химической и клеточной биологии и применяет их в клинических исследованиях; • методами молекулярной биофизики, биоинженерии и биотехнологии. |
| | <p>ОПК-8.2. Использует знания о генетике, методах генетических исследований, основных принципах и подходах для осуществления профильной экспериментальной деятельности.</p> | <p>Общая генетика</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы классической и молекулярной генетики; • механизмы реализации генетической информации; основные методы и объекты генетики; • фундаментальные современные проблемы генетики, а также практическое значение генетики для сельского хозяйства, медицины, биотехнологии и других областей человеческой деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать учебную и научную литературу по генетике, обобщать известные факты, формировать и излагать собственное мнение по интересующим вопросам. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • логикой генетического эксперимента. |
| | <p>ОПК-8.3. Использует физические, физико-химические, био-</p> | <p>Методы современной биологии и биотехнологии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы методов оптической спектроскопии, спектроскопии |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|---|---|--|
| | <p>физические, молекулярно-биологические, биоинженерные методы для решения профессиональных задач исследования биологических систем.</p> | | <p>комбинационного рассеяния, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и спектроскопии электронного парамагнитного резонанса метода атомно-силовой микроскопии, метода лазерной интерференционной микроскопии.</p> <ul style="list-style-type: none"> о возможностях биофизических методов в решении биологических и биофизических проблем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> сделать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач и делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками работы на современном научном оборудовании. |
| | <p>ОПК-8.4. Предлагает оптимальные условия для культивирования микроорганизмов для получения биомассы или целевого продукта с учетом биологической и экологической безопасности процесса.</p> | <p>Физиология и культивирование микроорганизмов</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> правила культивирования на основе динамических и кинетических характеристик роста популяций микроорганизмов, закономерности образования микроорганизмами практически ценных метаболитов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать современное лабораторное оборудование при культивировании прокариот; производить расчеты кинетических параметров роста и образования ценных мета- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--------------------------------------|---|
| | | | <p>болитов микроорганизмами;</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками создания условий для выращивания микроорганизмов с разным метаболизмом: от приготовления питательных сред до использования разных форм культивирования. |
| | <p>ОПК-8.5. Анализирует тренды развития микобиотехнологии для крупномасштабных производств продуктов, препаратов медицинского, сельскохозяйственного, природоохранного и промышленного назначения.</p> | Микробиотехнология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • направления актуальных исследований в области микобиотехнологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать тренды развития микобиотехнологии для крупномасштабных производств продуктов, препаратов медицинского, сельскохозяйственного, природоохранного и промышленного назначения. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понятийно-терминологическим аппаратом в области микобиотехнологии. |
| | <p>ОПК-8.6. Систематизирует, анализирует и использует информацию биологического содержания, оценивая актуальность и степень новизны данных при решении задач НИР.</p> | Научно-исследовательская работа | <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования результатов экспериментальных исследований (литературные и собственные данные) при решении задач НИР, поставленных специалистом более высокой квалификации |
| <p>ОПК-9. Способен проводить биоло-</p> | <p>ОПК-9.1. Использует знания о</p> | Биохимия | <p>Знает:</p> |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|--------------------------------------|--|
| гические 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). | классов веществ, из которых состоят живые организмы, их функций и путей образования для проведения медицинских и технологических биохимических анализов. | | <ul style="list-style-type: none"> • основные методы биохимических исследований веществ, из которых состоят живые организмы, их функций и путей образования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять содержание важнейших веществ в биологических образцах. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками критически оценивать методы определения биологически активных веществ для нужд промышленности и анализировать полученные с их помощью результаты. |
| ОПК-10. Способен разрабатывать и использовать методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования. | 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. | Экология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные абиотические и биотические факторы, влияющие на экологические процессы на организменном, биоценотическом и экосистемном уровнях. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – планировать сбор экологических данных для оценки состояния среды. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа результатов экологических исследований. |
| | ОПК-10.2. Использует базовые микробиологические принципы для разработки методов по выделению но- | Общая микробиология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные абиотические и биотические факторы, способствующие поиску и выделению новых видов микроорганизмов. <p>Умеет:</p> |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|--|--------------------------------------|---|
| | вых видов микроорганизмов. | | <ul style="list-style-type: none"> • планировать сбор образцов для выделения новых видов микроорганизмов в зависимости от состояния среды. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками интерпретации и анализа результатов микробиологических исследований. |
| | ОПК-10.3. Разрабатывает и использует методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования. | Биофизика | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные аспекты экологии фотосинтеза и путей использования реакций фотоавтотрофных организмов в экологическом мониторинге; • спектральные методы оценки; • функционального состояния фотосинтетического аппарата. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • работать на современном научном оборудовании, используемом для оценки состояния фотосинтетического аппарата у растительных объектов. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки состояния водной и наземной среды с помощью флуоресцентных измерений. |
| ОПК-11. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для реше- | ОПК-11.1. Использует современные информационно-коммуникационные технологии в исследователь- | Информатика и биоинформатика | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • современные проблемы биоинформатики; • основные алгоритмы и методы, применяемые для анализа последовательностей и структур биомолекул. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|--|--|
| ния задач профессиональной деятельности. | ской деятельности в сфере биологии. | | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять биоинформатические подходы при анализе живых систем. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения алгоритмов для анализа структуры биомакромолекул. |
| | ОПК-11.2. Использует современные теоретические и полуэмпирические методы биологии и биотехнологии при решении задач научного исследования. | Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа. | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования современных теоретических и полуэмпирических методов биологии и биотехнологии при решении задач научного исследования. |
| ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ | | | |
| Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности | | | |
| ПК-1. Способен определять методологию исследования, демонстрировать системное понимание области исследования и предлагать методы решения поставленных задач в области биологии и экологии. | ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий | Практика по профилю профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять молекулярные и биохимические методы для решения задач биотехнологической направленности. |
| | ПК-1.2. Предлагает возможные экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи с учетом имеющихся материальных и временных ресур- | Учебно-производственная практика | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками по реализации результатов научно-исследовательской работы на стадии внедрения, уделяя особое внимание системному анализу альтернативных технологических решений, составлению технологических заданий и технических условий. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|---|---|
| | сов. | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять микробиологические и биохимические методы для решения задач биотехнологической направленности. |
| ПК-2. Способен проводить научные исследования по актуальным проблемам биологии и экологии, соблюдая принятый в профессиональном сообществе академический протокол. | 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. | Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • сформулировать конкретные задачи работы в рамках заданной темы и реализовать их на практике. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • оценить достоинства и недостатки возможных способов решения научной проблемы. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа альтернативных способов решения задач НИР и выбора оптимального метода решения. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--|---|
| | ПК-2.1. Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках предложенного плана | Учебно-производственная практика | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками планирования и организации экспериментальной работы. |
| | | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности Практика по профилю профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно следовать разработанному протоколу экспериментальной работы, соблюдая методические указания. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками планирования и организации экспериментальной работы. |
| | | Практика по биоразнообразию и экологии | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно следовать разработанному протоколу экспериментальной работы, соблюдая методические указания. |
| ПК-3. Способен представлять результаты научно-исследовательской деятельности в публикациях, устных сообщениях и докладах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе. | 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. | Учебно-производственная практика, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Практика по профилю профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • составить отчет по итогам практики по заданному шаблону. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками публичной защиты результатов практики. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--|---|
| | ПК-3.2. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках. | Научно-исследовательский семинар | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками представления результатов биологического исследования в научных публикациях, докладах, презентациях на русском и иностранном языках в устной, письменной и графической формах для различных контингентов слушателей. |
| Экспертно-аналитический тип задач профессиональной деятельности | | | |
| ПК-4. Способен анализировать результаты научно-исследовательских работ и составлять аналитические обзоры. | ПК-4.1. Оценивает научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований. | Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований. |
| | ПК-4.2. Анализирует технологические схемы реальных биотехнологических процессов. | Учебно-производственная практика | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • читать технологические схемы реальных биотехнологических процессов. |
| | ПК-4.3. Анализирует результаты научно-исследовательских работ для составления аналитических обзоров. | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Практика по профилю профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • анализировать и критически оценивать литературные данные, а также результаты, полученные в ходе экспериментальных работ. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками обобщения и обсуждения |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|---|---|
| | | | изученного материала для составления аналитических обзоров. |
| ПК-5. Способен разрабатывать рекомендации по практическому использованию результатов исследований в области биологии и экологии. | ПК-5.1. Составляет материальный и энергетический баланс отдельного биотехнологического производства. | Учебно-производственная практика | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> составить материальный и энергетический баланс отдельного биотехнологического производства. |
| | ПК-5.2. Осуществляет разработку способов оптимизации методов получения различных метаболитов, образуемых микроорганизмами. | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> применять полученные знания для разработки способов оптимизации методов получения различных метаболитов, образуемых микроорганизмами. |
| ПК-6. Способен участвовать в проведении экспертных работ и составлении экспертных заключений, касающихся биологических объектов и процессов. | ПК-6.1. Использует знания решений типовых биотехнологических задач в промышленном производстве при участии в проведении экспертных работ. | Учебно-производственная практика | Знает: <ul style="list-style-type: none"> типовые решения биотехнологических задач в обстановке промышленного предприятия (реализация производственного процесса, работа контроля и автоматического управления, организация труда, охрана окружающей среды, безопасность промышленных объектов, организация работы центральной лаборатории, технических, экономических и опытно-конструкторских отделов). |
| | ПК-6.2. Осуществляет количественные оценки эф- | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятель- | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> осуществлять количественные оценки эффективности технологической схе- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--|--|
| | фактивности технологической схемы получения ферментов. | ности | мы получения ферментов. |
| Опытно-конструкторский тип задач профессиональной деятельности | | | |
| ПК-10. Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии. | ПК-10.1 Проводит поиск, критический анализ и синтез научно-технической информации и результатов исследований в области биологии и экологии. | Современные проблемы биологии | Знает: <ul style="list-style-type: none"> основные фундаментальные идеи, разрабатываемые современной биологией; современные методы теоретических и экспериментальных исследований в биологии. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> использовать знания, полученные в рамках курса «Современные проблемы биологии», для поиска и критического анализа информации. обобщать, оформлять и представлять данные литературы в виде письменной работы (реферата). Владеет: <ul style="list-style-type: none"> навыками работы с научной литературой и анализа имеющейся информации. |
| | | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Практика по профилю профессиональной деятельности. | Умеет: <ul style="list-style-type: none"> соотносить, сравнивать и синтезировать новые выводы, основываясь на анализе научно-технической информации и результатов собственных исследований. |
| СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ | | | |
| СПК-1. | СПК-1.1. | Современные методы анализа в | Знает: |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--|--|
| Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности | Анализирует стратегии развития генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, с учётом возможностей и современных требований. | биотехнологии | <ul style="list-style-type: none"> • основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент; • методы оптимизации питательных сред; • закономерности роста культур микроорганизмов, эукариотных клеток и тканей; • методы математического моделирования и оптимизации биотехнологических процессов; • принципы масштабирования процессов ферментации. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить оценку биологической ценности сырья для биосинтеза; • составлять материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза; • проводить термодинамические расчеты биохимических реакций. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с биологическими базами данных. |
| | | Промышленная микробиология и биотехнология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов; • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать стратегии современного конструирования штамма-производителя; |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • проводить филогенетический анализ последовательностей; • анализировать данные секвенирования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с биологическими базами данных. |
| | | Клеточная биотехнология и инженерия | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологическую основу генетической инженерии; • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования; • основы метода анализа экспрессии генов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать стратегии трансформации эукариотических клеток; • анализировать данные секвенирования. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интеграции полученных знаний в проектную задачу; • работы с биологическими базами данных. |
| | | Биотехнология растений | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • строение векторных конструкций для геномного редактирования сельскохозяйственных растений. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создавать векторные конструкции с учетом особенностей, связанных с целевой культурой растений. <p>Владеет навыками:</p> |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • основными понятиями и терминологией биотехнологии растений; • научными основами современных технологий геномного редактирования сельскохозяйственных растений; • методами паспортизации сельскохозяйственных растений. |
| | | Основы геномной инженерии | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологическую основу генетической инженерии; • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования; • основы метода анализа экспрессии генов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать стратегии конструирования экспрессирующих векторов для трансформации прокариотических и эукариотических клеток; • проводить филогенетический анализ последовательностей; • анализировать данные секвенирования. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интеграции полученных знаний в проектную задачу; • работы с биологическими базами данных. |
| | | Геномика и геносистематика | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологическую основу анализа геномов; • методы секвенирования и методы обра- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--|---|
| | | | <p>ботки данных секвенирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы метода анализа экспрессии генов; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать данные секвенирования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками интеграции полученных знаний в проектную задачу работы с биологическими базами данных. |
| | | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Адаптивная регуляция экспрессии генов)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные механизмы, контролирующие производство в клетках полноценных РНК-матриц, молекулярно-биологические подходы, исследующие механизмы экспрессии генов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться специализированными базами данных, аккумулирующими всю полученную информацию и общедоступными программными ресурсами. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками картирования регуляторных участков в геноме и экспериментального тестирования экспрессии генов. |
| | | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Иммунобиотехнология)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • классификацию, способы получения, принципы действия и области применения иммунобиологических препаратов (вакцин, иммуноглобулинов, иммуномодуляторов, иммуномедиаторов, аллергенов). |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|--|--|
| | | | Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки безвредности и иммуногенности иммунобиологических препаратов; производства и доклинических исследований в соответствии со стандартами GMP и GLP. |
| | | Преддипломная практика, Научно-исследовательская работа | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • методологическую основу генетической инженерии; • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования; • основы метода анализа экспрессии генов; Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками интеграции полученных знаний в проектную задачу; • навыками работы с биологическими базами данных. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|---|---|---|
| <p>СПК-2 Владеет методами базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и применяет их в практической деятельности.</p> | <p>СПК-2.1. Применяет методы базовых лабораторных исследований в области биотехнологий в практической деятельности.</p> | <p>Современные методы анализа в биотехнологии</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы и теорию методов выделения белков, нуклеиновых кислот, липидов, углеводов; • современное состояние методов анализа продуктов биосинтеза; • математические модели, учитывающие гидродинамику и массообмен в процессах культивирования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять анализ уровней экспрессии белка; анализировать данные секвенирования; • определять удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов; • применять математические модели и методы планирования эксперимента при исследовании биотехнологических процессов. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работы в области выделения продуктов биосинтеза; • микроскопическими методами анализа. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|--|--|--|
| | | Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Биотехнологии грибных целлюлаз, Молекулярные методы клеточной биологии) | Знает: <ul style="list-style-type: none"> конкурентноспособные, импортозамещающие технологии получения грибных карбогидраз, способных эффективно расщеплять целлюлозный субстрат; основы методов, используемых в молекулярных биотехнологиях. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> навыками использования современных методов получения грибных карбогидраз (целлюлаз, гемицеллюлаз, β-глюканаз и др.); навыками использования научной терминологии, в том числе англоязычной, необходимой для понимания научной литературы и ведения научных дискуссий. |
| | СПК-2.2. Применяет методы базовых лабораторных исследований в области генетической модификации микроорганизмов в практической деятельности. | Промышленная микробиология и биотехнология | Знает: <ul style="list-style-type: none"> предмет, цели и задачи технологии микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов; основы и теорию методов базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> работать с базами данных генетических последовательностей; анализировать эффективность трансфек- |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|-------------|----------------------------------|---|---|
| | | | <p>ции выращенных колоний;</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять анализ уровней экспрессии белка; • анализировать данные ПЦР для подтверждения структуры вставки генетической последовательности. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работы в области генетической модификации микроорганизмов; • работы с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей; • отбора рекомбинантного штамма по ферментативной активности. |
| | | <p>Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Использование рекомбинантных ДНК)</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные методы, связанные с рекомбинантными ДНК: ПЦР, в том числе ПРЦ в реальном времени, сиквенирование ДНК. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать и конструировать необходимые генноинженерные системы для решения конкретных задач. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--|--|--|---|
| 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. | Биотехнология растений | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основы технологий использования растений с редактированным геномом в селекции и использование для продовольственных целей; • инструменты государственного контроля и государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять фундаментальные знания о сельскохозяйственных растениях для выбора метода трансформации; масштабировать разрабатываемые лабораторные технологии. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа рисков при использовании генетически модифицированных растений. |
| | | Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента (Искусственный фотосинтез) | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • биохимические механизмы фотосинтеза различных фототрофных организмов; • основные направления развития моделирования искусственного фотосинтеза. |
| СПК-4. Владеет современными методами биотехнологии и биоинженерии прокариотических и эукариотических | СПК-4.1. Использует современные методы биотехнологии и биоинженерии прокариотических и эукариотических | Современные проблемы биотехнологии | Знает: <ul style="list-style-type: none"> • современные проблемы и направления в современной медицинской биотехнологии; • основные специфические термины на английском языке. |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|---|---|--------------------------------------|--|
| организмов для решения задач по созданию продуцентов белков, пептидов и биологически активных веществ с заданными свойствами с учетом современных трендов | ских организмов для решения задач по созданию продуцентов белков, пептидов и биологически активных веществ с заданными свойствами с учетом современных трендов | | <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вести дискуссию по поводу применения и развития биотехнологических методов (генная инженерия, редактирование геномов, пересадка органов и клеток в терапевтических целях, клонирование и т.д.); • применять полученные знания на практике и при изучении других дисциплин; а также для решения актуальных практических задач в области медицинской биотехнологии; • самостоятельно проводить эксперименты по заданной схеме; анализировать полученные экспериментальные данные <p>Владеет: фундаментальными знаниями о основных методах биотехнологии, структуре и функции геномов</p> |
| <p>СПК-5. Способен использовать современные методы энзимобиотехнологии прокариот и эукариот для получения новых эффективных продуцентов и оптимизации технологического процесса получения ферментов.</p> | <p>СПК-5.1. Использует современные методы энзимобиотехнологии прокариот и эукариот для получения новых эффективных продуцентов и оптимизации технологического процесса получения ферментов.</p> | Энзимобиотехнология | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современную биоиндустрию ферментов и научные основы методов, используемых в энзимобитехнологии. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять фундаментальные знания о современных методах энзимобиотехнологии на практике, обосновывать используемые стратегии поиска новых ферментов <p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> • понятийно-терминологическим аппаратом |

| Компетенция | Индикатор достижения компетенции | Компоненты образовательной программы | Результаты обучения, соответствующие указанному компоненту образовательной программы |
|--------------------|---|---|---|
| | | | в области энзимобиотехнологии и основными стратегиями поиска и получения ферментов микроорганизмов. |

III. Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Матрицы соответствия компетенций выпускников и компонентов образовательной программы, их формирующих.

1. Этапы формирования компетенций при освоении образовательной программы

1.1. Этапы формирования универсальных компетенций (УК) и компоненты ОПОП ВО

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Иностранный язык | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| Современные проблемы биологии | | | | | | | | | | | + | |
| Информатика и биоинформатика | | | + | + | | | | | | | | |
| Русский язык и культура речи | | | + | + | | | | | | | | |
| История России | | | | | | | | | + | + | | |
| Философия | | | | | | | | | + | + | | |
| Экономика | | | | | | | + | + | | | | |
| Правоведение | | | | | | | | | + | + | | |
| Физическая культура | | + | + | + | | | | | | | | |
| Безопасность жизнедеятельности | | | + | | | | | | | | | |
| Физиология с основами анатомии | | | | | + | | | | | | | |
| Современные экологические проблемы, устойчивое развитие и охрана природы | | | | | | | | + | | | | |
| Биофизика | | | | | | + | | | | | | |
| Спецглавы биотехнологии | | | | | | | | | | | + | |
| Метаболическая инженерия | | | | | | | | | + | | | |
| Практика по биоразнообразию и экологии | | + | | | | | | | | | | |
| Научно-исследовательская работа | | | | | | | | + | | | + | |

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Преддипломная практика | | | | | | | | | | + | | + |

1.2. Этапы формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и компоненты ОПОП ВО

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Науки о Земле | + | + | + | | | | | | | | | |
| Математические методы в биологии | | | | + | | | | | | | | |
| Основы физической химии | | | + | | | | | | | | | |
| Аналитическая химия | | | | + | | | | | | | | |
| Информатика и биоинформатика | | | + | + | | | | | | | | |
| Биоэтика | | | + | | | | | | | | | |
| Высшая математика | | | | | | | | | | | | |
| Физика | | | + | + | | | | | | | | |
| Общая и неорганическая химия | + | | | | | | | | | | | |
| Органическая химия | | | + | + | | | | | | | | |
| Зоология | + | + | | | | | | | | | | |
| Вирусология и иммунология | | | | | | | + | | | | | |
| Клеточная биология | + | | | | | | | | | | | |
| Гистология | | + | | | | | | | | | | |
| Физиология с основами анатомии | | | | | + | | | | | | | |
| Физиология растений | | | | | | + | | | | | | |
| Биохимия | | | | | + | | | | | | | |
| Основы молекулярной биологии | | | | | | | + | | | | | |
| Экология | | | | | | + | | | | | | |
| Эволюционная биология | | | | | | | | | + | | | |
| Дисциплины специальности на иностранном языке по выбору студента | | | | | | | | | + | + | | |
| Ботаника | + | + | | | | | | | | | | |
| Общая микробиология | | | | | + | | | | | | | |

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Биофизика | | | | | | + | | | | | | |
| Эмбриология | | | | | + | | | | | | | |
| Общая генетика | | | + | | | | | | | | | |
| Молекулярная генетика | | | | + | | | | | | | | |
| Общая биотехнология | | | | | + | | | | | | | |
| Методы современной биологии и биотехнологии | | | | | | + | | | | | | |
| Физиология и культивирование микроорганизмов | | | | | + | | | | | | | |
| Микробиотехнология | | | | | + | | | | | | | |
| Спецглавы биотехнологии | | | | | | | | | | | + | |
| Метаболическая инженерия | | | | | | | | | + | | | |
| Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента | | | | | | | + | + | + | + | + | |
| Практика по биоразнообразию и экологии | | + | | | | | | | | | | |
| Учебно-производственная практика | | | | | | + | + | | | | | |
| Преддипломная практика | | | | | | | | | | + | | + |
| Научно-исследовательская работа | | | | | | | | + | | | + | |
| Научно-исследовательский семинар | | | | | | | | | | | + | |

1.3. Этапы формирования профессиональных компетенций (ПК) выпускника и компоненты ОПОП ВО

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Современные проблемы биологии | | | | | | | | | | | + | |
| Практика по биоразнообразию и экологии | | + | | | | | | | | | | |
| Практика по профилю профессиональной деятельности | | | | + | | | | | | | | |
| Учебно-производственная практика | | | | | | + | + | | | | | |
| Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | | | | | | | | + | | | | |
| Преддипломная практика | | | | | | | | | | + | | + |
| Научно-исследовательская работа | | | | | | | | + | | | + | |
| Научно-исследовательский семинар | | | | | | | | | | | + | |

1.4. Этапы формирования специализированных компетенций (СПК) выпускника и компоненты ОПОП ВО

| Компоненты образовательной программы | Периоды обучения (по семестрам) | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Современные методы анализа в биотехнологии | | | | | | + | | | | | | |
| Промышленная микробиология и биотехнология | | | | | | + | | | | | | |
| Клеточная биотехнология и инженерия | | | | | | + | | | | | | |
| Энзимобиотехнология | | | | | | | | | + | | | |
| Современные проблемы биотехнологии | | | | | | | | | | + | | |
| Биотехнология растений | | | | | | | + | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Основы генной инженерии | | | | | | | + | | | | | |
| Геномика и геносистематика | | | | | | | | + | | | | |
| Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента | | | | | | | + | | + | + | + | |
| Научно-исследовательская работа | | | | | | | | + | | | + | |
| Преддипломная практика | | | | | | | | | | + | | + |

2. Матрицы соответствия компетенций выпускников и компонентов образовательной программы, их формирующих

2.1. Матрица соответствия универсальных компетенций выпускника и компонентов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании УК)

| Компоненты образовательной программы | УК-1 | УК-2 | УК-3 | УК-4 | УК-5 | УК-6 | УК-7 | УК-8 | УК-9 | УК-10 | УК-11 | УК-12 | УК-13 | УК-14 | УК-15 | УК-16 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Спецглавы биотехнологии | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| Метаболическая инженерия | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| Физиология с основами анатомии | | + | | | | | | | | | | | | | | + |
| Биофизика | | + | | | | | + | | | | | | | | | |
| Современные проблемы биологии | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| Философия | | | + | | | | | | | | | | | | | |
| Практика по биоразнообразию и экологии | | | | + | | | | | | + | | | | | | |
| Иностранный язык | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| Русский язык и культура речи | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| Информатика и биоинформатика | | | | | | | + | | | | | | | | | |
| История России | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| Современные экологические проблемы, устойчивое развитие и охрана природы | | | | | | | | | + | | | | + | | | |
| Физическая культура | | | | | | | | | | | + | | | | | |
| Безопасность жизнедеятельности | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| Правоведение | | | | | | | | | | | | | | + | | |
| Экономика | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| Научно-исследовательская работа | + | + | | | + | + | + | | | + | | + | | | | |
| Преддипломная практика | + | + | | | + | + | + | | | + | | + | | | | |

2.2. Матрица соответствия общепрофессиональных компетенций выпускника и компонентов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании ОПК)

| Компоненты образовательной программы | ОПК-1 | ОПК-2 | ОПК-3 | ОПК-4 | ОПК-5 | ОПК-6 | ОПК-7 | ОПК-8 | ОПК-9 | ОПК-10 | ОПК-11 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Математические методы в биологии | | | + | | | | | | | | |
| Зоология | + | + | | | | | | | | | |
| Вирусология и иммунология | + | | | | | | + | + | | | |
| Клеточная биология | + | + | | | | | | | | | |
| Гистология | + | + | | | | | | | | | |
| Физиология растений | + | + | | | | | | | | | |
| Основы молекулярной биологии | + | + | | | | | | | | | |
| Эволюционная биология | + | + | | | | | | | | | |
| Ботаника | + | + | | | | | | | | | |
| Биофизика | + | + | + | | | | | | | + | |
| Эмбриология | + | + | | | | | | | | | |
| Молекулярная генетика | + | + | | | | | | | | | |
| Спецглавы биотехнологии | + | | | | | | | | | | |
| Метаболическая инженерия | + | | | | | | | | | | |
| Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента | | + | | | | + | | + | | | |
| Практика по биоразнообразию и экологии | + | + | | | | | | | | | |
| Биоэтика | | + | | | | | | | | | |
| Биохимия | | + | | | | | | | + | | |
| Дисциплины специальности на иностранном языке по выбору студента | | + | | | | | | | | | |
| Физиология и культивирование микроорганизмов | | + | | | | | | + | | | |
| Науки о Земле | | | + | | | | | | | | |

| Компоненты образовательной программы | ОПК-1 | ОПК-2 | ОПК-3 | ОПК-4 | ОПК-5 | ОПК-6 | ОПК-7 | ОПК-8 | ОПК-9 | ОПК-10 | ОПК-11 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Основы физической химии | | | + | | | | | | | | |
| Аналитическая химия | | | + | | | | | | | | |
| Высшая математика | | | + | | | | | | | | |
| Физика | | | + | | | | | | | | |
| Общая и неорганическая химия | | | + | | | | | | | | |
| Органическая химия | | | + | | | | | | | | |
| Общая микробиология | | | | + | | | + | | | | + |
| Общая биотехнология | | | | | + | | | | | | |
| Физиология с основами анатомии | | | | | + | | | | | | |
| Экология | | | | | | | + | | | + | |
| Общая генетика | | | | | | | | + | | | |
| Методы современной биологии и биотехнологии | | | | | | | | + | | | |
| Микробиотехнология | | | | | | | | + | | | |
| Информатика и биоинформатика | | | | | | | | | | | + |
| Учебно-производственная практика | | + | | | | | | | | | |
| Преддипломная практика | + | + | | | | + | | | | | + |
| Научно-исследовательская работа | + | + | | | | + | | + | | | + |
| Научно-исследовательский семинар | + | | | | | | | | | | |

2.3. Матрица соответствия профессиональных компетенций выпускника и компонентов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании ПК)

| Компоненты образовательной программы | ПК-1 | ПК-2 | ПК-3 | ПК-4 | ПК-5 | ПК-6 | ПК-10 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Практика по биоразнообразию и экологии | | + | | | | | |
| Современные проблемы биологии | | | | | | | + |
| Практика по профилю профессиональной деятельности | + | + | + | + | | | + |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Учебно-производственная практика | | | + | + | + | + | + |
| Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | + | + | + | + | + | + | + |
| Преддипломная практика | | + | | + | + | | |
| Научно-исследовательская работа | | + | | + | | | |
| Научно-исследовательский семинар | | | + | | | | |

2.4. Матрица соответствия специализированных профессиональных компетенций выпускника и компонентов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании СПК)

| Компоненты образовательной программы | СПК-1 | СПК-2 | СПК-3 | СПК-4 | СПК-5 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Современные методы анализа в биотехнологии | + | + | | | |
| Промышленная микробиология и биотехнология | + | + | | | |
| Клеточная биотехнология и инженерия | + | | | | |
| Биотехнология растений | + | | + | | |
| Основы генной инженерии | + | | | | |
| Геномика и геносистематика | + | | | | |
| Современные проблемы биотехнологии | | | | + | |
| Энзимобиотехнология | | | | | + |
| Дисциплины специализации «Биотехнология» по выбору студента | + | + | + | | |
| Научно-исследовательская работа | + | | | | |
| Преддипломная практика | + | | | | |

IV. ФОС ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В соответствии со ОС МГУ по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология (уровень подготовки - специалитет) в программу итоговой аттестации входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена по специальности,
- подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы.

1.1. 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 кафедрами 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. рН-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, секретируемых 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 гетерологической 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

IV. Клеточная инженерия и фотобиотехнология

1. Клеточная инженерия - раздел современной биотехнологии, связанный с разработкой принципиально новых технологий культивированием тканей и клеток многоклеточных организмов *invitro*, 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 *invitro* - 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 *invitro* и митотический индекс. Асинхронность популяций и их синхронизация. Генетическая гетерогенность культур клеток *invitro* - 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 лишайнологии, 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 создании 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, калусных 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 освоённой 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.

1.2. 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, представивших 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 завершённым.

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 бук-

вами 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 УНИВЕР-
 СИТЕТ
 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 Александера, Элkinда (цит. по Корогодина, 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; содер-

жание «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.