

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«Федеральный исследовательский центр  
«Фундаментальные основы биотехнологии»  
Российской академии наук»

**ПРИКАЗ**

«10» декабря 2024 г.

№ 10.12-01/А

г. Москва

**Об утверждении Программы государственной итоговой аттестации**

В соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.03.2016 № 227 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки» и на основании решения Ученого совета от 09.12.2024, протокол № 6 приказываю:

1. Утвердить прилагаемую Программу государственной итоговой аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФИЦ Биотехнологии РАН по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (далее – Программа).

2. Отделу аспирантуры довести содержание вышеуказанной Программы до сведения аспирантов, завершающих обучение в 2025 году, в срок до 28.12.2024.

3. Контроль исполнения настоящего приказа возложить на заместителя директора по научной работе А.М. Камионскую.

Директор,  
д.б.н.

А.Н. Федоров

Лист согласования  
к приказу от «10» декабря 2024 г. № 10.12-01/А

Заместитель директора  
по научной работе, к.б.н.

А.М. Камионская

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета

ФИЦ Биотехнологии РАН

Протокол № 6 от 09.12.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФИЦ Биотехнологии РАН

д.б.н.

\_\_\_\_\_ А.Н. Федоров

М.П.

## **ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров

в аспирантуре ФИЦ Биотехнологии РАН

**Направление подготовки:** 06.06.01 Биологические науки

**Уровень образования:** высшее образование - подготовка кадров  
высшей квалификации

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-  
исследователь

Москва 2024

## Общие положения

В соответствии с приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 871 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» в Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входят подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Минобрнауки России.

**Целью** государственной итоговой аттестации является определение уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

**Задачей** государственной итоговой аттестации является проверка уровня сформированности, определённых Федеральным государственным образовательным стандартом компетенций:

### *Универсальных*

– УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– УК-2: Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

– УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

– УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

– УК-5: Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

### *Общепрофессиональных*

– ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

– ОПК-2: Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

### *Профессиональных*

– ПК-1: Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по следующим направленностям: «Молекулярная биология»; «Биохимия»;

«Биотехнология», «Микробиология», «Математическая биология, биоинформатика»;

– ПК-2: Обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания;

– ПК-3: Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций;

– ПК-4: Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати);

– ПК-5: Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии.

### **Программа государственного экзамена**

Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников и направлены на установление уровня сформированности следующих компетенций: УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-3, ПК-5.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

### **Профиль 1.5.3 Молекулярная биология**

1. Нуклеозид, нуклеотид, полинуклеотид. Нерегулярные полимеры.
2. Принципы строения двойной спирали ДНК. Виды ДНК. Параметры В-, А- и Z-форм ДНК. Функции ДНК в клетке.
3. Виды РНК. Их функции в клетке.
4. Белки. Типы белков. Первичная и вторичная структура белка. Третичная и четвертичная структура белка. Фолдинг белков. Шапероны. Шаперонины. Прионы
5. Основные биологические функции белков. Белки ферменты. Понятие о коферментах.
6. Упаковка ДНК. Нуклеосомный, супербидный, петлевой уровни компактизации ДНК эукариот. Метафазная хромосома.
7. Принципиальное строение и функции биологических мембран.
8. Репликация ДНК. Доказательство полуконсервативного характера репликации.
9. Ферменты репликации. Проблема денатурации матрицы при репликации ДНК. SSB. Геликазы.
10. ДНК-полимеразаы. Типы. Сравнительная характеристика ДНК-полимераз I, II и III (core) из *E.coli*. Строение РНК-полимераз *E.coli*. Понятие о holo- и Core- ферментт.
11. Современная схема репликации ДНК *E.coli*. Праймаза и праймосома. Принципы работы и биологические функции топоизомераз.
12. Особенности репликации ядерных ДНК эукариот. Полирепликонность.
13. Строение и репликация Теломеры. Строение и функции теломераз. Проблема недорепликации 3'-концов линейных молекул.
14. Репарация и рекомбинация. Ферменты и механизмы репарации и рекомбинации. Основные типы повреждений в ДНК и принципы их исправления.

15. Строение генов прокариот. Понятие об опероне. Особенности структуры промоторов у прокариот. Строение генов эукариот. Понятие об экзонах и интронах. Транскрипция прокариот. Этапы транскрипции у прокариот.

16. Регуляция транскрипции у бактерий. Негативная и позитивная регуляция. Атенуация в регуляции экспрессии триптофанового оперона *E.coli*. Особенности транскрипции у эукариот. Множественность и специфичность РНК-полимераз эукариот. Регуляция транскрипции у эукариот. Понятие об энхансерах, супрессорах, инсуляторах.

17. Процессинг и сплайсинг мРНК эукариот. Различные механизмы сплайсинга. Альтернативный сплайсинг, значение. РНК-интерференция. si РНК. mi РНК.

18. Трансляция эукариот и прокариот. Образование инициаторного комплекса трансляции у прокариот. Этапы трансляции у прокариот. Белковые факторы трансляции.

19. Структура рибосом про- и эукариот. Активные центры рибосом *E.coli*. Образование рРНК и белков рибосом у *E.coli*.

20. Геном прокариот, особенности строения. Геном эукариот, особенности строения. Геном архей, особенности строения. Строение геномов пластид и митохондрий. Эволюция геномов. Значение мобильных элементов в эволюции.

21. Типы геномных последовательностей. Уникальные последовательности. Семейства генов, особенности. Гены «домашнего хозяйства» и гены «роскоши».

22. Сателлитная ДНК. Особенности состава. Локализация в геноме. Палиндромы. Роль обращенных повторов в геноме.

23. Понятие о мобильных генетических элементах. Классификация мобильных генетических элементов по механизму перемещения.

24. Особенности ретровирусоподобных (LTR-содержащих) ретротранспозонов. Механизм обратной транскрипции ретровирусов и LTR – содержащих ретротранспозонов. Ретропозоны, не содержащие LTR (LINE и SINE элементы).

25. Особенности организации ДНК-транспозонов. Примеры про- и эукариотических ДНК-транспозонов. Механизм интеграции ДНК-транспозонов в геном.

26. Современные методы анализа генома. Типы маркеров.

27. Секвенирование ДНК по Сэнгеру и Максаму-Гилберту.

28. Современные методы анализа генома. NGS секвенирования. Ресеквенирование и de novo секвенирование. Секвенирование микробиомы, транскриптомы, иммуномы.

29. Основные информационные технологии сборки геномов и аннотация геномов. Алгоритмы сборки геномных последовательностей.

30. Микроматрицы ДНК. Функциональная и сравнительная геномика. Интегративная геномика. Основные геномные проекты.

31. Биопластики – основные типы, достоинства и недостатки. Сырье для получения биопластиков, области применения биопластиков.

32. Виды биотоплив. Значение биотоплив для современной энергетики. Сырье для получения биотоплив, организмы-продуценты. Биоэтанол. Общая характеристика, схема получения, спиртовое брожение. Микроорганизмы-этанологены, стратегии создания более эффективных штаммов-продуцентов.

33. Использование биополимеров в медицине и нанобиотехнологии. Биодegradуемые и биорезорбируемые полимеры, типы химических связей.

34. Бета-лактамы антибиотики, общая характеристика, история открытия. Механизмы действия бета-лактамов антибиотиков. Организмы-продуценты бета-

лактамов, стратегии создания более эффективных штаммов-продуцентов.

35. Протеазы – общая характеристика, классификация, основные области практического применения. Штаммы-продуценты протеаз, основные направления белковой и генетической инженерии протеаз.

36. Стероиды, строение, роль в клетке и в организме животных, методы биотрансформации для получения стероидных препаратов.

37. Основные классы промышленных ферментов, использование ферментов в пищевой и легкой промышленности.

38. Антибиотики – общая характеристика, классификация по химической структуре и механизмам действия. Мишени действия антибиотиков. Структура пенициллинов и цефалоспоринов.

39. Основные типы природных полисахаридов, первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура, использование полисахаридов в пищевой промышленности.

40. Селективные маркеры для генетической трансформации грибов. Методы переноса и экспрессии генов в промышленных штаммах грибов. Система посттранскрипционного у молчания генов у грибов. Методы инактивации экспрессии генов у грибов.

#### **Профиль 1.5.4 Биохимия**

1. Белки как биополимеры. Уровни структурной организации белков.
2. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.
3. Обзор функций белков в метаболизме (с приведением конкретных примеров).
4. Макроэргические соединения в метаболизме. АТФ как основная энергетическая валюта клетки.
5. Основные этапы процесса биосинтеза белка.
6. Фотосинтез: структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата.
7. Активный центр фермента, фермент-субстратный комплекс. Специфичность действия ферментов, виды специфичности.
8. Общие представления о методах секвенирования ДНК.
9. Основы ферментативной кинетики. Уравнение Михаэлиса-Ментен и константа Михаэлиса. Аллостерические ферменты.
10. Функции нуклеозидфосфатов в клеточном метаболизме.
11. Современные методические подходы в исследованиях структуры нуклеиновых кислот.
12. Основные виды постсинтетической модификации белков.
13. Основные классы нуклеиновых кислот и обзор их функций в биохимии. Кодирующие и не кодирующие РНК.
14. Жирорастворимые витамины.
15. Цикл трикарбоновых кислот и его роль в организации метаболической системы клетки
16. Рибосома: структурная организация и функции.
17. Гидролазы. Примеры представителей данного класса ферментов. Значение гидролаз в биотехнологии.
18. Представления о формировании функционально активных белков - продуктов генной экспрессии, роль шаперонов.

19. Классификации липидов и роль этих соединений в живых организмах. Принципы структурной организации биологических мембран.
20. Биохимия апоптоза, роль каспаз.
21. Гликолиз и его регуляция.
22. Амилоиды и прионы.
23. Современные методические подходы к исследованию структуры белков.
24. Цепь переноса электронов, характеристика дыхательных комплексов. Сопряжение окисления и фосфорилирования.
25. Оксидоредуктазы. Характеристика класса и примеры представителей.
26. Основы фотобиохимии. (Механизмы и количественные аспекты процесса поглощения света веществом. Закон Ламберта-Бэра. Молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные механизмы фотохимических реакций; примеры).
27. Молекулярные механизмы и ферменты репликации ДНК.
28. Иммуноглобулины. Использование иммунологических методов в биохимии.
29. Коферменты; примеры коферментов, входящих в ферменты разных классов. Витамины как предшественники коферментов.
30. Обратная транскриптаза и ее роль в биотехнологических разработках.
31. Мультиферментные комплексы: примеры структурной организации и функций.
32. Терпеноиды. Классификация, структурная и функциональная характеристика, биосинтез.
33. Ферментативные механизмы транскрипции.
34. Ингибиторы ферментативной активности. Типы ингибирования.
35. Особенности ферментов как биологических катализаторов. Номенклатура ферментов. Примеры представителей отдельных классов ферментов (примеры).
36. Принципы структурно-функциональной организации ДНК. Представление о структуре хроматина.
37. Структурная характеристика и классификация углеводов. Биологические функции углеводов. Основные представители моно- и дисахаридов. Структура и свойства полисахаридов. Примеры растительных и животных полисахаридов.
38. Особенности структуры генома и белок-синтезирующего аппарата пластид и митохондрий. Функции ДНК митохондрий и хлоропластов.
39. Общие представления о процессах созревания (процессинга) пре-мРНК.
40. Современные подходы к структурно-функциональной классификации белков. Концепция белковых семейств.

### **Профиль 1.5.6 Биотехнология**

1. Определение гена и генома. Структурный ген.
2. Спейсерная ДНК. Секвенирование генома. Дезоксирибонуклеотид.
3. Нуклеотид и нуклеозид. Основания состава ДНК, их спаривание.
4. Функции ДНК. Генетический код.
5. Репликация и репарация.
6. Хлоропласты, митохондрии и ядерные ДНК.
7. Гистоны и негистоновые белки.
8. Синтез ДНК. ДНК-лигазы.
9. РНК. Функции мРНК. Строение тРНК.

10. Кодон. Антикодон. Иницирующий и терминирующий кодоны.
11. Определение и функции тРНК.
12. Транскрипция, трансляция и репликация.
13. Промотор. Строение промотора эукариот.
14. Терминатор. Функции терминатора.
15. Матрица для синтеза РНК. Взаимодействие РНК-полимеразы и промотора.
16. Экзон. Интрон. Процессинг. Альтернативный сплайсинг. Кэпирование и Полиаденилирование.
17. Слайсинг. Альтернативный сплайсинг.
18. Рибосома. Основные функции. Полирибосома.
19. Активирование аминокислот. Иницирующий комплекс. Стоп-кодон. Процессинг. Процесс регуляции экспрессии генов.
20. Цис-действующие элементы и транс-факторы. Эnhансеры и сайленсоры.
21. Генетически модифицированный организм. Этапы получения трансгенных растений.
22. Ti-плазмида. T-ДНК.
23. Морфология дрожжевой клетки. Особенности клеточного деления у дрожжей. Спиртовое брожение.
24. Локус типа спаривания, феромоны дрожжей и их рецепторы.
25. Методы генетического анализа у дрожжей. Особенности ДНК рекомбинации у дрожжей. Селективные маркеры для трансформации дрожжей.
26. Стабильность и копияность рекомбинантных векторов у дрожжей. Архитектура промоторов дрожжей.
27. Сигнальные последовательности секреции и сортировки белков у дрожжей. Убиквитинилирование белков, 26S протеасома, N-концевое правило.
28. Методы генетических манипуляций с метилотрофами и другими «нетрадиционными» дрожжами. Катаболизм метанола у метилотрофных дрожжей – ферменты, гены, органеллы.
29. Вирус гепатита В, диагностические и протективные антигены. Рекомбинантная дрожжевая вакцина против гепатита В – история создания и современные разработки.
30. Инсулин – строение, биосинтез, механизм действия. Способы получения рекомбинантного инсулина в дрожжах.
31. Основные классы технических ферментов. «Гуманизированные» дрожжи для продукции рекомбинантных белков медицинского назначения.
32. Проект «генома» дрожжей. Генные нокауты и анализ генетических взаимодействий.
33. Дрожжевая двугибридная система. Дрожжи как «живые биосенсоры».
34. Методы представления белков и ферментов на поверхности дрожжевых клеток. Методы полногеномного картирования ДНК-белковых взаимодействий у дрожжей.
35. Методы полногеномного анализа транскрипции у дрожжей. Методы направленного изменения метаболизма дрожжевой клетки.
36. Организация цитохром Р450-зависимых монооксигеназных систем. Роль цитохромов Р450 в лекарственном метаболизме. Роль цитохромов Р450 в синтезе биологически-активных соединений. Патогенные дрожжи - морфологические особенности и противогрибковые препараты.
37. Пути катаболизма гексоз и пентоз у различных видов дрожжей. 3G-белки и

рецепторы, сопряженные с G-белками у дрожжей и млекопитающих.

38. Методы скрининга генотоксичных соединений с помощью дрожжей. Методы разделения и физического анализа хромосом у дрожжей.

39. Центромерные последовательности дрожжей и высших эукариот.

40. Принципы рекомбинационного клонирования в дрожжах, применение для выделения и анализа протяженных хромосомных сегментов, создания искусственных хромосом высших.

### **Профиль 1.5.8 Математическая биология, биоинформатика**

1. Основные компоненты генома.
2. Технологии секвенирования нового поколения. Сборка *de novo* и ресеквенирование.
3. РНК-сек, ChIP-sequencing и ChIP-exo.
4. Рибосек и клипсек.
5. 3С, 4С и HiC методы.
6. Инициация транскрипции. Классификация промоторов.
7. Промоторы, энхансеры, инсуляторы. Транскрипционные факторы.
8. Роль хроматина в инициации транскрипции. Альтернативные промоторы.
9. Терминация транскрипции у эукариот. Полиаденилирование.
10. Конститутивный и альтернативный сплайсинг. Регуляция сплайсинга.
11. Экспорт мРНК из ядра.
12. Материнские рибонуклеопротеины в развитии организма.
13. Трансляция, концевая и внутренняя инициация трансляции, структура транслируемой мРНК.
14. Деграция мРНК.
15. микро-РНК. Регуляция с помощью микро-РНК.
16. Посттрансляционная модификация белков.
17. Деграция белков. Убиквитинирование и SUMO-протеаза
18. Основные базы данных, содержащие информацию о первичной структуре и функциях биополимеров.
19. Основные структуры данных: хэш-таблица, суффиксное дерево, суффиксный массив.
20. Алгоритмы поиска подстроки в строке: наивный, Кнута-Мориса-Пратта, Рабина-Карпа.
21. Индекс и преобразование Барроуза-Уиллера.
22. BLAST: индексирование и поиск локально-выровненных участков.
23. BLAST: веса локально выровненных участков, распределение Гумбеля, статистика Альтшуля-Карлина, Р-значение и Е-значение.
24. Представления мотивов в геномах: консенсусная строка, матрица позиционных весов, байесовская сеть.
25. Алгоритм Тузе-Варре вычисления вероятности встречи мотива в случайной последовательности.
26. Алгоритмы построения множественных локальных выравниваний и идентификации мотивов: жадный алгоритм Штормо, MEME. Ансамбли мотивов, ChIPmunk.
27. Алгоритм динамического программирования для поиска кратчайшего пути

между двумя вершинами в направленном ациклическом графе (Беллмана-Форда).

28. Алгоритмы динамического программирования для вычисления сумм весов по всем путям между двумя вершинами в направленном ациклическом графе (Беллмана-Форда).

29. Модификации алгоритмов динамического программирования для поиска локально выравнивания и сегментации последовательностей на блоки, однородные по составу.

30. Понятие о скрытой марковской модели, переходные и эмиссионные вероятности.

31. Алгоритм Витерби поиска оптимальной последовательности переходов между состояниями для последовательности, порожденной скрытой марковской моделью.

32. Алгоритм «туда-обратно» вычисление вероятности перехода в скрытой цепи Маркова в данной точке.

33. Основы Байесовской статистики. Априорное распределение вероятностей. Маргинализация.

34. Алгоритмы максимизации математического ожидания (Expectation maximization) и сэмплирования по Гиббсу для поиска максимального правдоподобия.

35. Оценка параметров скрытой цепи Маркова методом обучения Витерби.

36. Оценка параметров скрытой цепи Маркова с помощью алгоритма Баума-Велша.

37. Поиск кодирующих последовательностей с помощью скрытых Марковских цепей.

38. Программа GeneMark.

39. Поиск участков с конкретным состоянием хроматина с помощью скрытых марковских цепей.

40. Алгоритм Эрнста-Келлиса.

### **Профиль 1.5.11 Микробиология**

1. Разнообразие фототрофных прокариот.
2. Аэробные и анаэробные органотрофы.
3. Разнообразие микроорганизмов, окисляющих одноуглеродные соединения.
4. Разнообразие аэробных литотрофных микроорганизмов.
5. Основное отличие экстремофилов от умеренных форм микроорганизмов.
6. Современные представления о разнообразии нитрификаторов.
7. Микроорганизмы, окисляющие сульфиды металлов; микробное выщелачивание.
8. Разнообразие микроорганизмов, осуществляющих различные виды анаэробного дыхания.
9. Денитрификаторы и нитратредукторы.
10. Сульфат-, сульфит-, тиосульфат- и сероредукторы.
11. Железородукторы и другие микроорганизмы, восстанавливающие металлы и металлоиды с переменной валентностью.
12. Факультативная и облигатная синтрофия: микроорганизмы, вступающие в синтрофные отношения с водород-использующими прокариотами.
13. Литотрофные (водород-использующие) метаногены.
14. Разнообразие ацетогенных микроорганизмов.

15. Микроорганизмы, осуществляющие анаэробное окисление аммония.
16. Домен *Archaea* и его основные типы.
17. Домен *Bacteria* и его важнейшие типы.
18. Микроскопические грибы и водоросли.
19. Морфологическое разнообразие бактериофагов. Филогенетические группы бактериофагов.
20. Методы обнаружения представителей новых филогенетических групп.
21. Критерий вида у прокариот.
22. Минимальный набор фенотипических и хемотаксономических характеристик, необходимых для описания нового вида.
23. Филогенетическая система Везе.
24. Принципы разработки селективных сред и условий культивирования.
25. Полнота оценки микробного разнообразия с помощью культивирования.
26. Использование «функциональных» генов-маркеров для анализа микробного разнообразия.
27. Эволюция молекулярных подходов, используемых для оценки микробного разнообразия в природных и техногенных средах.
28. Первичные и вторичные деструкторы.
29. Методы учета численности микроорганизмов на питательных средах, понятие селективных сред.
30. Использование флуоресцентной микроскопии для определения численности микроорганизмов.
31. Методы количественной оценки активности микроорганизмов и микробных сообществ, газохроматографические, радиоизотопные и стабильноизотопные методы.
32. Пироквенирование и метагеномика как методы индикации микробного разнообразия и структуры микробных сообществ.
33. Использование праймеров на функциональные гены для диагностики присутствия определенных групп микроорганизмов в сообществах и в смешанных культурах.
34. Роль микроорганизмов в глобальных круговоротах биогенных элементов. Основные группы микроорганизмов, обеспечивающие круговорот углерода на нашей планете.
35. Аэробные и анаэробные процессы цикла метана.
36. Метаногенные археи. Аэробные метанотрофы и анаэробные метанотрофные археи.
37. Сульфат-зависимое анаэробное окисление метана, анаэробное окисление метана, сопряженное с денитрификацией и восстановлением Fe и Mn.
38. Основные процессы и микроорганизмы биогеохимического круговорота серы.
39. Важнейшая роль сульфатредуцирующих микроорганизмов в круговороте серы в водоемах. Микробное окисление сульфидных руд.
40. Бактериально-химическое выщелачивание цветных и благородных металлов.

### **Вопросы для всех вышеуказанных профилей**

1. Принципы связи теории с практикой.
2. Принцип индивидуального подхода в обучении.
3. Единство научно-исследовательской и учебной деятельности.

4. Содержание и методы обучения в высшей школе.
5. Программируемое обучение в высшей школе.
6. Проблемное обучение в высшей школе.
7. Активные и игровые методы обучения в высшей школе.
8. Принципы модульного обучения.
9. Контроль знаний в высшей школе. Педагогические требования к его организации.
10. Практические занятия в высшей школе, их цели, организация проведения.
11. Семинарские занятия в высшей школе, подготовка к их проведению.
12. Лабораторные работы и методика их проведения.
13. Учебно-исследовательская работа, ее организация.
14. Учебная и производственная практика, ее организация.
15. Дипломное проектирование.
16. Самостоятельная работа студентов.
17. Лекция в высшей школе. Основные требования к лекции в высшей школе.

Виды лекций.

18. Подготовка преподавателя к лекциям.
19. Наглядность и ее роль в активизации обучения.
20. Стимулы организации познавательной деятельности студентов.
21. Научно-теоретические взгляды российских и зарубежных ученых, известных в избранной предметной области.
22. Информационно-статистические источники расчетов и выводов диссертационного исследования и методы их обработки.
23. Характеристика степени изученности разрабатываемой проблемы с приведением основных результатов предшествующих исследований.
24. Приемы и методы исследования, используемые в работе над диссертационным исследованием.
25. Рабочая гипотеза, цель, задачи и научная новизна диссертационного исследования, их взаимосвязь друг с другом.
26. Значимость полученных в процессе проведения научного исследования результатов для дальнейшего развития научного направления.
27. Практическая значимость и возможность применения в практической деятельности экономических субъектов результатов диссертационного исследования.
28. Результаты доведения результатов исследования до широкой научной общественности в публикациях и выступлениях на конференциях.
29. Постановка задач исследования и результаты их решения в главах диссертационной работы.
30. Роль модели в модельном эксперименте. Пример модельного эксперимента в вашей научной специальности.

#### **Критерии оценки ответа на государственном экзамене:**

№ п/п	Оценка	Требования к ответу
1	Отлично	Соответствует исчерпывающему изложению и содержанию вопроса. Обучающийся демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, а также проявляет способность

		применить компетенции по профилю своего обучения на практике.
2	Хорошо	Ответ в основных чертах отражает содержание вопроса. Обучающийся демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, но испытывает незначительные проблемы при проявлении способности применить компетенции по профилю своего обучения на практике.
3	Удовлетворительно	Ответ в основных чертах отражает содержание вопроса, но допускаются ошибки. Не все положения раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и не полное владение материалом, имеется нечеткость и двусмысленность письменной речи. Слабая практическая применимость компетенций по профилю своего обучения.
4	Неудовлетворительно	Ответ не раскрывает содержания вопроса, имеются ошибки, незнание ключевых определений. Ответы не носят развернутого изложения темы, на лицо отсутствие возможности практического применения компетенций на практике по профилю своего обучения.

Обучающиеся, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к научному докладу.

### **Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)**

Представление научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы является заключительным этапом государственной итоговой аттестации. Представление научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы направлена на установление степени соответствия уровня профессиональной подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (профилям) Молекулярная биология; Биохимия; Биотехнология; Математическая биология, биоинформатика; Микробиология в части сформированности компетенций, необходимых для выполнения выпускником научно-исследовательского вида деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством и содержать положения, выдвигаемые для публичной защиты, должна свидетельствовать о личном вкладе аспиранта в решение задачи, имеющей существенное значение для науки в соответствии с направленностью обучения. Предложенные автором выпускной научно-квалификационной работы решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

При представлении выпускной научно-квалификационной работы проверяется сформированность компетенций, указанных в основной профессиональной образовательной программе в соответствии с установленными критериями сформированности компетенций, а именно: УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

### **Критерии оценки результатов научно-квалификационной работы (научного доклада):**

№ п/п	Оценка	Содержание научного доклада
1	Отлично	<p>Актуальность темы полностью раскрыта. Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических междисциплинарных задач. Сформирована способность при решении исследовательских и практических задач в предметном поле научной специальности генерировать принципиально новые идеи. Положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации аргументированы и обоснованы. Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов исследований отдельных объектов и целостных систем в области научной специальности. Представлены развернутые рекомендации по дальнейшим направлениям научных исследований по проблематике научной работы, в том числе в рамках междисциплинарных исследований. Предложены решения актуальных научно-практических задач. Использованные методы и технологии обоснованы и адаптированы к конкретному объекту. Выводы, заключения и предложения являются оригинальными.</p>
2	Хорошо	<p>Присутствуют отдельные недочеты/ недоработки в части обоснования актуальности темы исследования. В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических междисциплинарных задач. В целом успешная, но содержащая отдельные пробелы способность генерировать новые идеи. Имеются отдельные недостатки/ неточности в приведенной аргументации. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов исследований. Достаточный уровень научной эрудиции для поддержания научной дискуссии. Предложены решения актуальных научно-практических задач. Выводы, заключения и предложения являются оригинальными, но присутствуют отдельные недостатки. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение широкого спектра методов и технологий исследования. Сформулированы рекомендации по дальнейшему использованию результатов.</p>
3	Удовлетворительно	<p>Присутствуют ошибки в части обоснования актуальности темы исследования. Не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических междисциплинарных задач. Имеются ошибки в приведенной аргументации. Содержащее отдельные ошибки применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов исследований. Предложены решения актуальных научно-практических задач. Выводы, заключения и предложения являются оригинальными, но присутствуют ошибки</p>

		формулировок. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение широкого спектра методов и технологий исследования. Сформулированы рекомендации по дальнейшему использованию результатов.
4	Неудовлетворительно	Актуальность темы исследования не раскрыта. Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических междисциплинарных задач. Способность при решении исследовательских и практических задач в предметном поле научной специальности генерировать новые идеи отсутствует. Научные положения, рекомендации и выводы работы не обоснованы. Фрагментарное применение критического анализа и оценки ограниченного числа современных научных достижений и результатов исследований отдельных объектов. Отсутствуют сформулированные рекомендации по дальнейшим направлениям научных исследований по проблеме. Решения актуальных научно-практических задач в рамках исследуемой проблематики не предложено. Выводы, заключения и предложения не являются оригинальными. Применение ограниченного числа методов и технологий исследований без соответствующей адаптации к конкретному объекту; рекомендации по дальнейшему использованию результатов исследования в практической деятельности отсутствуют.

По результатам успешной сдачи государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы (представления научного доклада), государственная экзаменационная комиссия принимает решение о присвоении обучающемуся квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» с выдачей соответствующего документа об образовании.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К. и др. Основы молекулярной биологии клетки; пер. с англ. - 2-е изд., испр. - М. : Лаборатория знаний, 2018. - 768 с. : ил.
2. Беляева О.Б. Светозависимый биосинтез хлорофилла; под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 232 с.: ил.
3. Биссвангер Х. Практическая энзимология; пер. с англ. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 328 с.: ил.
4. Блинов В., Виненко В., Сергеев И. Методика преподавания в высшей школе. Учебно-практическое пособие. М.: Юлрайт. 320 с.
5. Богачкина Н., Скворцова, Имашева Е. Педагогика и психология. - М.: Омега-Л. 240 с.
6. Ван Ден Берг Г., Питерсма П. Ключевые модели менеджмента. 77 моделей, которые должен знать каждый менеджер; пер. с англ. В. Н. Егорова; агентство «Verenschot». — 5-е изд., доп. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. : ил.
7. Гинтер Е.К., Пузырев В.П. Наследственные болезни: национальное руководство, краткое издание. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 464 с.
8. Давыдов В.В. Медицинская биохимия. – СПб. : Эко-Вектор, 2018. – 392 с.

9. Давыдов В.В. Основы медицинской биохимии. СПб. : Эко-Вектор, 2016. – 551 с.
10. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика; пер. с англ. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 551 с.: ил.
11. Джей Дж.М., Лёсснер М.Дж., Гольден Д.А. Современная пищевая микробиология пер. 7-го англ.изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 886 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).
12. Джералд М. Великая биология. От происхождения жизни до эпигенетики. 250 основных вех в истории биологии; пер. с англ. А. А. Синюшина. - М. : Лаборатория знаний, 2018. - 540 с. : ил.
13. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. – 8-е изд., испр. и доп. Учебник для вузов. - М. : Изд-во Юрайт, 2018. - 445 с.
14. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. – СПб. : Изд-во Н-Л, 2015. -720 с.
15. Кассимерис Л. [и др.] Клетки по Льюину; пер. 2-го англ. изд. - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 1056 с. : цв. ил.
16. Козлов Н.Н. Математический анализ генетического кода - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 215 с. : ил., [8] с. цв. вкл. - (Математическое моделирование).
17. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину; пер. 10-го англ. изд. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 919 с. : цв. ил.
18. Кузнецов А.Е. [и др.]. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие: в 2 т. Т. 1 - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 629 с. : ил., [4] с. цв.вкл. - (Учебник для высшей школы).
19. Кузнецов А.Е. [и др.]. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие: в 2 т. Т. 2 - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 485 с. : ил., [4] с. цв.вкл. - (Учебник для высшей школы).
20. Куликов Н.И., Ножевникова А.Н., Зубов Г.М. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика. - М.: Логос, 2014. - 400 с.
21. Лапчик М.П. Подготовка педагогических кадров в условиях информатизации образования: учебное пособие — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017.—182 с. : ил. — (Педагогическое образование).
22. Лоуи Д.Б. Великая химия. От греческого огня до графена. 250 основных вех в истории химии; пер. с англ. А. Л. Капанадзе. - М. : Лаборатория знаний, 2018. - 540 с. : ил.
23. Лутова Л.А., Ежова Т. А., Додуева И. Е., Осипова М.А.; ред. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов. – СПб. : Изд-во Н-Л, 2010. - 432 с.
24. Миронова Л.Н., Падкина М.В., Самбук Е.В. РНК: синтез и функции. – СПб. : Эко-Вектор, 2017. – 287 с.
25. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 1 : Основы биохимии, строение и катализ ; пер. с англ. - 3-е изд., испр. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник).
26. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 2 : Основы биохимии, строение и катализ ; пер. с англ. - 3-е изд., испр. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник).

27. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3: Основы биохимии, строение и катализ; пер. с англ. - 3-е изд., испр. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник).
28. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов. - М. : Изд-во Юрайт, 2018. - 315 с.
29. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика. В 2 ч. Часть 2: учебник для вузов. - М. : Изд-во Юрайт, 2018. - 332 с.
30. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. - М.: ЛИБРОКОМ, 2015.
31. Ножевникова А.Н., Каллистова А.Ю., Литти Ю.В., Кеврина М.В. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических отходов: коллективная монография. - М.: Университетская книга, 2016. - 320 с.
32. Овчаров А.О., Овчарова Т.Н. Методология научного исследования: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2014.
33. Паткин Е.Л., Софронов Г.А. Эпигенетические изменения, как общий механизм заболеваний, старения и токсического действия химических веществ. – СПб. : Изд-во Эко-Вектор, 2019. – 237 с.
34. Пиковер К. Великая медицина. От знахарей до роботов-хирургов. 250 основных вех в истории медицины; пер. с англ. Ю. Ю. Поповой. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 547 с. : ил.
35. Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин: упакованный геном - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 172 с. : ил., [16] с. цв. вкл.
36. Райзберг Б.А. Прикладная экономика: учебное пособие — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний., 2014.- 318 с. : ил.
37. Ребриков Д.В. [и др.] ПЦР в реальном времени; под ред. д. б. н. Д. В. Ребрикова. - 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 232 с.: ил.
38. Ребриков Д.В. [и др.] NGS: высокопроизводительное секвенирование; под общей редакцией Д. В. Ребрикова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 232 с.: ил.
39. Скрыбин К.Г., Михайлова С.Н., Варламов В.П. (ред.) Хитозан / Рос. акад. наук, Центр «Биоинженерия» РАН - М., 2013. - 591 с. : ил., портр., табл. - Библиогр. в конце ст. Рез. рус., англ. [Изд. при поддержке РФФИ].
40. Смит К. Ю. М. Биология сенсорных систем; Пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 583 с.: ил. - (Интеллектуальные и адаптивные системы).
41. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 1; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
42. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 2; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
43. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 3; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
44. Титова Е.С. Отраслевой менеджмент (Биоэкономика). Рабочая тетрадь (учебно-методическое пособие). – М. : ВАШ ФОРМАТ, 2021. – 110 с.
45. Фрешни Р.Я. Культура животных клеток: практическое руководство; пер. 5-го англ. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 691 с. : ил., [24] с. цв. вкл.
46. Чошанов М.А. Инженерия обучающихся технологий - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 239 с.: ил. - (Педагогическое образование).

47. Шишкин С.С. Клиническая биохимия начала постгеномной эры в биологии человека: учебное пособие / С. С. Шишкин; под.ред. В.О. Попова. - Москва : РУДН, 2016. - 616 с. : ил.

48. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия; пер. с нем. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 325 с.: ил.

49. Штильман М.И. [и др.] Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения: учебное пособие; под ред. М. И. Штильмана. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с. : ил. - (Учебник для высшей школы).

50. Эверт Р.Ф. Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений: строение, функции и развитие; пер. с англ. под ред. канд. биол. наук А. В. Степановой. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 600 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник)