

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа живых систем

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация
«Биоинженерия и биоинформатика»

Форма обучения очная

Калининград 2024

Лист согласования

Составитель: Доминова Ирина Николаевна, старший преподаватель, ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)»

Рабочая программа утверждена на заседании Учёного совета ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)»

Протокол № 02/1 от «15» марта 2024 г.

Председатель Учёного совета

Руководитель ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)» М.А. Агапов

Директор высшей школы живых систем П.В. Федураев

Руководитель образовательной программы Е.А. Калинина

1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы соответствующим требованиям образовательного стандарта высшего образования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (ОС ВО БФУ им. И. Канта) по направлению подготовки уровня базового высшего образования 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика (специализация «Биоинженерия и биоинформатика»). Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА) проводится государственными экзаменационными комиссиями (далее – ГЭК).

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

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

– оценка способности самостоятельно решать на современном уровне задачи из области своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, правильно аргументировать и защищать свою точку зрения;

– решение вопроса о присвоении выпускнику следующих квалификаций по результатам ГИА и выдаче выпускнику документа (диплома) о высшем образовании:

5 лет обучения – Биоинженер и биоинформатик;

6 лет обучения – по выбору: Биоинженер-исследователь/Программист-биоинформатик

– разработка рекомендаций по совершенствованию подготовки выпускников по данному направлению подготовки на основании результатов работы государственной экзаменационной комиссии.

2. Компетенции, выносимые на государственную итоговую аттестацию

В ходе ГИА обучающийся должен продемонстрировать сформированность следующих компетенций.

2.1. Универсальные компетенции (УК):

– Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия (УК-1).

2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

– Способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) (ОПК-1);

– Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) (ОПК-2);

– Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3);

– Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4);

– Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть

основными биоинформатическими средствами анализа (ОПК-5);

– Способен применять и/или разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-6);

– Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7);

2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

– Способен осуществлять педагогическую деятельность по проектированию, модернизации и реализации основных общеобразовательных программ (ПК-1);

– Способен осуществлять на практике техническое обеспечение микробиологических работ, включая подготовку лабораторной посуды, инструментов, сред, обеспечивать санитарно-гигиенические требования при выполнении микробиологических работ (ПК-2);

– Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-3);

– Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации (ПК-4).

3. Объем, структура и содержание государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация проводится в форме государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

Государственная итоговая аттестация включает:

– подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена;

– подготовку и защиту выпускной квалификационной работы.

3.1. Государственный экзамен

Целью государственного экзамена является выявление уровня профессиональной подготовки выпускника и его способностей к решению практических задач в области его профессиональной деятельности.

Государственный экзамен проводится до защиты выпускной квалификационной работы. Государственный экзамен включает наиболее значимые вопросы по дисциплинам обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Государственный экзамен проводится письменно. Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, выносимым на государственный экзамен.

Государственный экзамен проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). При проведении устного экзамена экзаменуемому предоставляется 1 час для подготовки ответа. На вопросы экзаменационного билета обучающийся отвечает публично. Председатель и члены ГЭК вправе задавать дополнительные вопросы с целью выявления глубины знаний обучающегося по рассматриваемым темам. Продолжительность устного ответа на вопросы экзаменационного билета не должна превышать 30 минут. В процессе подготовки к ответу, экзаменуемому разрешается пользоваться данной программой ГИА.

3.1.1. Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

По дисциплине «Основы молекулярной биологии»

1. Строение ДНК.

2. Гистоны.

3. Основные типы РНК: их строение и функции.

4. Белки: строение, форма и структура.
5. ДНК-белковое связывание.
6. РНК-белковое взаимодействие.
7. Репликация ДНК: модели репликации, эксперименты Мезельсона-Шталя.
8. Репликация ДНК: основные участники и общие закономерности.
9. Репликация ДНК у бактерий: точка начала репликации и сборка холофермента ДНК полимеразы III.
10. Репликация ДНК у бактерий.
11. Клеточный цикл. Белки циклины и циклин-зависимые киназы.
12. Репликация ДНК у эукариот
13. Репликация митохондриальной ДНК.
14. Репарация ДНК: типы повреждений, прямая репарация.
15. Эксцизионная репарация оснований.
16. Эксцизионная репарация нуклеотидов.
17. Репарация ошибочно спаренных оснований.
18. Транскрипция у бактерий.
19. Регулирование транскрипции у прокариот: лактозный, триптофановый и арабинозный опероны.
20. Транскрипция у эукариот.
21. Транскрипция у эукариот: РНК полимеразы II и транскрипционные факторы.
22. Транскрипция у эукариот: РНК полимеразы I.
23. Транскрипция у эукариот: РНК полимеразы III.
24. Процессинг мРНК.
25. Процессинг тРНК и рРНК.
26. Основные свойства генетического кода и исключения из него.
27. Аминоацил-тРНК синтетазы и аминоацилирование тРНК.
28. Рибосомы (в том числе принципы функционирования).
29. Трансляция (биосинтез белка).

По дисциплине «Методы молекулярно-генетического анализа»:

1. Геномика – цели, задачи, отрасли.
2. Геномы вирусов.
3. Геномы прокариот.
4. Геномы эукариот.
5. Геномы. Размер генома.
6. Концепция минимального генома.
7. Геном человека. Проект «Геном человека».
8. Методы выделения ДНК/РНК.
9. Количественный анализ нуклеиновых кислот.
10. Эндонуклеазы рестрикции, применяемые при изучении последовательностей нуклеино-вых кислот.
11. Экзонуклеазы, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
12. Лигаза, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
13. Полимеразы и ферменты для модификации ДНК/РНК, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
14. ПЦР: принципы, история развития, основные этапы. Дизайн праймеров.
15. Виды ПЦР (за исключением ПЦР в реальном времени): основные принципы.
16. ПЦР в реальном времени: принцип и основные протоколы, интерпретация результатов.
17. Секвенирование: основные принципы. Методики секвенирования первого поколения.

18. Методики секвенирования следующего поколения: Пиросеквенирование, Секвенирование посредством лигирования олигонуклеотидов и их детекции.
19. Методики секвенирования следующего поколения: Полупроводниковое секвенирование, Секвенирование путем синтеза с обратимым терминированием.
20. Методики секвенирования следующего поколения: Секвенирование в реальном времени одиночных молекул, Секвенирование через нанопоры.
21. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов: принцип анализа, разновидности, области применения.
22. Случайно амплифицированные полиморфные ДНК, межмикросателлитные последовательности и простые повторяющиеся последовательности: принцип анализа, области применения.
23. Короткие tandemные повторы и однонуклеотидные полиморфизмы: принцип анализа, области применения.
24. Полиморфизм длины амплифицированных фрагментов: принцип анализа, области применения.
25. Рекомбинантная ДНК и библиотеки генов.
26. Клонирование. Что такое вектор для клонирования.
27. Плазмиды. Синяя-белая селекция.
28. Вектор на основе вирусов.
29. Фазмиды и Космиды.
30. Искусственные хромосомы.
31. Методы получения компетентных клеток.
32. Трансфекция.
33. Химические методы трансфекции.
34. Физические методы трансфекции.
35. Трансдукция.
36. Саузерн-блоттинг.
37. Вестерн-блоттинг.
38. Вестерн-блоттинг: мембраны.
39. Вестерн-блоттинг: виды электроблоттинга.
40. Виды электроблоттинга: детектирование результатов.
41. Филогенетика: определение, виды филогенетических деревьев.
42. Этапы построения филогенетического дерева. Выравнивание последовательностей.
43. Методы построения филогенетических деревьев: дистанционные методы.
44. Методы построения филогенетических деревьев: дискретные методы.
45. Теория «молекулярных часов».
46. Выбор метода построения филогенетических деревьев и связанные с этим проблемы.

По дисциплине «Введение в клеточную биологию»:

1. Теории происхождения клетки. Доказательства и критика.
2. Эндосимбиотическая теория эволюции клетки.
3. Методы микроскопирования в цитологии. Достоинства и недостатки различных методов микроскопии в области цитологии. Какие клеточные структуры можно обнаружить с помощью различных методов микроскопии?
4. Основные методы цитологических (кроме микроскопии) исследований.
5. История создания и современное состояние клеточной теории.
6. Структура клеточных мембран и транспорт веществ через них.
7. Состав и свойства цитоплазмы клеток.
8. Строение и функции рибосом.
9. Строение и функции гранулярного и агранулярного эндоплазматического ретикулаума.
10. Строение и функции агранулярного эндоплазматического ретикулаума.
11. Строение и функции аппарата Гольджи.

12. Строение и функции митохондрий.
13. Строение и функции лизосом.
14. Строение и роль в клетке фибриллярных структур и микротрубочек.
15. Центриоли, реснички и жгутики – их строение и роль в клетке.
16. Непостоянные включения в клетке.
17. Строение ядра. Строение и функции ядерной оболочки.
18. Хроматин, его структура и состояние в клетке.
19. Ядрышко - его строение и функции.
20. Особенности деления прокариотической клетки (равновеликое и неравновеликое бинарное деление). Механизм деления прокариотической клетки.
21. Митотическое деление (митотический цикл, цитофизиология, классификация, нарушения, значение). Амитоз.
22. Митотический аппарат (центросомы, центромеры, кинетохоры, веретено деления). Морфология митотической фигуры.
23. Митоз растительной клетки (митотический аппарат, особенности).
24. Мейоз (типы, значение, происхождение, нарушение).
25. Мейоз (цитофизиология).
26. Происхождение мейоза.

По дисциплине «Синтетическая биология»:

1. Контроль экспрессии генов у эукариот.
2. Метод CRISPR/Cas9.
3. Минимальный геном и способы оценки его объема.
4. Референтные бактериальные промоторы и их применение.
5. Сборка генов по Гибсону.
6. Система клонирования GoldenGate.
7. ТороТА-клонирование.
8. Программное обеспечение (VectorNTI, Snapgene). Субклонирование
9. Дизайн каскад экспрессии, классификация промоторов. Клонирование с использованием гибридных олигонуклеотидов
10. Стандарт MoClo.
11. Гомологичная рекомбинация.
12. Система «Цинковые пальцы».
13. λ -ред рекомбинация.
14. RNAi, Block IT kit для клонирования shRNA.
15. Система CRE-LoxP.
16. Малые функциональные пептиды и их применение в сверхфункциональных белках.
17. Программирование экспрессии генов с помощью инженерного контроля стабильности и обработки транскриптов в бактериях.
18. РНК-переключатели реагирующий на малые молекулы (SMD)
19. Дизайн лиганд-контролируемых генетических переключателей на основе интерференции РНК.
20. Влияние сплайсинга и альтернативного сплайсинга на дизайн генов. Пропуск экзона
21. Дизайн промоторов. Синтетическая биология в иммунотерапии.
22. Применение передовых методов сборки ДНК для создания библиотек путей.
23. Бесклеточный синтез белка.

По дисциплине «Язык Python»:

1. Назовите типы переменных языка Python.
2. Какая функция переводит числовые переменные в строковые?
3. С помощью какой функции можно создать таблицу в Python?
4. С каких слов можно начинать цикл в Python?

5. С каких слов можно начинать функции в Python?
6. Что такое меры центральной тенденции? Перечислите их.
7. Что такое меры изменчивости? Перечислите их.
8. Что такое csv-формат?
9. Как соединить несколько графиков в один
10. С помощью какого инструмента Biopython можно получить информацию из FASTA файла?

По дисциплине «Язык R»:

1. Назовите типы переменных языка R.
2. Какая функция переводит числовые переменные в строковые?
3. С помощью какой функции можно создать таблицу в R?
4. С каких слов можно начинать цикл в R?
5. С каких слов можно начинать функции в R?
6. Что такое меры центральной тенденции? Перечислите их.
7. Что такое меры изменчивости? Перечислите их.
8. Что такое aes в функции ggplot?
9. Как создать файл из нескольких графиков в Python?
10. Что необходимо для PGLS анализа в R?

По дисциплине «Основные биологические банки данных»:

1. Основные задачи биоинформатики .
2. Компьютерная молекулярная биология.
3. Основные характеристики публичных баз данных: NCBI, EBI, KEGG, SwissProt, PDB.
4. Курируемые базы данных.
5. Форматы записей в различных биоинформатических базах данных.
6. Инструменты извлечения информации из баз данных, интерфейс взаимодействия.
7. Поисковые системы, обеспечивающие получение информации одновременно из всех баз NCBI.
8. Методы распознавания функциональных участков в нуклеотидных последовательностях.
9. Методы сравнения первичных структур молекул биополимеров .
10. Проблемы филогении геномных последовательностей.
11. Предсказание функций генов.
12. Сравнение геномов.
13. Методы предсказания пространственных структур белков.
14. Методы моделирования цепей метаболических реакций.
15. Алгоритмы сборки геномных последовательностей из фрагментов.
16. Подбор праймеров для ПЦР и зондов для гибридизации. Подбор зондов для микрочипов.
17. Генетический алгоритм обработки данных, схемы реализации.
18. Построение выравнивания двух коротких искусственных. последовательностей.
19. С помощью программы BLAST проведите поиск по банку данных Swiss-Prot для репрессора рибозного оперона RbsR из *Bacillus subtilis* (как вариант).
20. Сравнить множественное выравнивание, построенное программой ClustalW, с «правильным» выравниванием из BaliBase .
21. Оценить консервативность аминокислотных остатков в зоне контакта с функциональным лигандом.
22. Составить паттерн по множественному выравниванию.
23. Поиск сигналов регуляции транскрипции в последовательностях.

3.1.2. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

Подготовку к сдаче государственного экзамена необходимо начать с ознакомления с перечнем вопросов, выносимых на государственный экзамен. При подготовке ответов необходимо пользоваться рекомендованной обязательной и дополнительной литературой, а также лекционными конспектами, которые были составлены в процессе обучения.

Во время подготовки к экзамену рекомендуется, помимо лекционного материала, учебников, рекомендованной литературы просмотреть также выполненные в процессе обучения задания для индивидуальной и самостоятельной работы. В процессе подготовки ответа на вопросы необходимо учитывать изменения, которые произошли в законодательстве, увязывать теоретические проблемы с практикой сегодняшнего дня. Обязательным является посещение консультаций, которые проводятся перед государственным экзаменом.

3.1.3. Критерии оценивания результатов сдачи государственного экзамена

Результаты сдачи государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную сдачу государственного экзамена.

Оценка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он отвечает на поставленные вопросы в экзаменационном билете логично, последовательно, при этом не требуются дополнительные пояснения. Делает обоснованные выводы. Соблюдает нормы литературной речи. Ответ обучающегося развернутый, уверенный, содержит четкие формулировки. Обучающийся демонстрирует всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала; владеет понятийным аппаратом; демонстрирует способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в вопросе проблематики; подтверждает теоретические постулаты примерами из практики.

Оценка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он отвечает на поставленные вопросы систематизировано, последовательно и уверенно. Демонстрирует умение анализировать материал, однако не все его выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдает нормы литературной речи. Обучающийся обнаруживает твердое знание программного материала; знание основных закономерностей и взаимосвязей между явлениями и процессами, способен применять знание теории к решению задач профессионального характера, однако допускает отдельные погрешности и неточности при ответе.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он при ответе в основном знает программный материал в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии. При этом допускает погрешности в ответе на вопросы. Приводимые им формулировки являются недостаточно четкими, в ответах допускаются неточности. Демонстрирует поверхностное знание вопроса, имеет затруднения с выводами, но очевидно понимание обучающимся сущности основных категорий по рассматриваемым вопросам. Нарушений норм литературной речи практически не наблюдается.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он при ответе обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала; допускает принципиальные ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета. Материал излагает непоследовательно, не демонстрирует наличие системы знаний. Имеет заметные нарушения норм литературной речи.

3.2. Выпускная квалификационная работа

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Требования к содержанию, объему и структуре ВКР, порядок выполнения и методические рекомендации по ее выполнению устанавливаются Высшей школой живых систем.

Тексты ВКР проверяются на объем заимствования и размещаются на соответствующих ресурсах. Порядок проверки ВКР на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований и размещения текстов ВКР регламентируются локальными актами университета.

При защите ВКР выпускники должны, опираясь на полученные знания, умения и навыки, показать способность самостоятельно решать задачи профессиональной деятельности, излагать информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

3.2.1. Перечень тем выпускных квалификационных работ

1. Специфика определения нуклеотидных последовательностей в масляных культурах и продуктах их переработки.

2. Влияние трехмерного матрикса с кальций-фосфатным покрытием на морфофункциональную активность мононуклеарных лейкоцитов крови.

3. Влияние постнатальных ММСК из различных тканевых источников на функциональную активность ИПК в условиях иммуноизолирующей инкапсуляции *in vitro*.

4. Психрофильные микробные сообщества озера Enigma, Антарктида.

5. Оценка возможности альтернативной локализации бактериального белка Dps на поверхности клеток *Escherichia coli*.

6. Анализ изменения генов при болезни Паркинсона.

7. Анализ электрической активности педального нерва моллюска *Planorbarius corneus* в условиях световой стимуляции фотосенсорных входов.

8. Анализ электрических реакций *n.cervicalis inferior* моллюска *Planorbarius corneus* на световую стимуляцию фотосенсорных входов.

9. Импорт и характеристика функционирования модифицированной системы RGEN/AsCpf1 в митохондрии человека.

10. Анализ взаимодействия мезенхимальных стромальных клеток жировой ткани при *in vitro* культивировании с микрокапсулами на основе полимеров, мечеными сывороточным бычьим альбумином.

11. Морфогенетический эффект экзогенных половых стероидных гормонов у планарии *Girardia tigrina*.

12. Влияние ингибиторов электронно-транспортной цепи фотосинтеза на редокс-опосредованное развитие стрессовых ответов фотоавтотрофов.

13

13. Влияние трехмерного матрикса, имитирующего регенерирующую костную ткань, на пролиферативный потенциал лейкозных Т-клеток линии Jurkat в условиях *in vitro*.

14. Роль митохондриальной дисфункции печени в патогенезе инсулинорезистентности при ожирении.

15. Культуро-зависимый и культуро-независимый анализ нового штамма Parf-2 термофильной бактерии *Thauera hydrothermalis*.

16. Создание и характеристика клеточной линии человека экспрессирующей модифицированную ретроновую систему бактерий.

17. Разработка ПЦР тест-системы для идентификации афлатоксин-продуцирующих видов грибов рода *Aspergillus*.

18. Стабильность митохондриальных транспортных РНК хордовых: взаимосвязь с

уровнем метаболизма и оптимизацией трансляции.

19. Оценка функционирования модифицированной системы RGEN/SpCas9 в клеточной линии человека.

3.2.2. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Основными качественными показателями оценивания ВКР являются:

- актуальность и обоснование выбора темы ВКР;
- логика работы, соответствия содержания ВКР и её темы;
- степень самостоятельности;
- достоверность и обоснованность выводов;
- качество оформления ВКР, четкость и грамотность изложения материала;
- качество доклада, наглядных материалов (презентации), умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам, глубина и правильность ответов на вопросы членов ГЭК и замечания рецензентов;
- список использованных источников, достаточность использования отечественной и зарубежной литературы;
- возможность внедрения.

Оценка «отлично» выставляется при максимальной оценке всех вышеизложенных параметров.

Оценка «хорошо» выставляется за погрешности в каком-либо параметре.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за серьезные недостатки в одном или нескольких критериях оценки.

Оценка «неудовлетворительно» за полное несоответствие ВКР вышеизложенным требованиям.

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную защиту ВКР.

4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для прохождения государственной итоговой аттестации

Основная литература

1. Основы молекулярной биологии клетки : [учебник для студентов младших курсов биологических и медицинских специальностей, аспирантов вузов] : пер. с англ. / Брюс Альбертс, Карен Хопкин, Александр Джонсон [и др.] ; под ред. А. А. Москалева. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Лаб. знаний, 2023. - 796 с. : ил, цв. ил., табл. - Предметный указатель: с.773-776. - ISBN 978-5-93208-248-5 : 6600.00 р. - Текст : непосредственный.

2. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : [справ. изд.] / Рольф Шмид ; пер. с нем.: А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред.: Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. - 3-е изд., испр. - Москва : Лаб. знаний, 2020. - 324 с. : ил, цв. ил. - Библиогр.: с. 294-316. - Указ. микроорганизмов: с. 318-320. - ISBN 978-5-00101-198-9 : 1452.00 р. - Текст : непосредственный.

3. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов [и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 11-е изд. - Москва : Лаб. знаний, 2023. - 223 с. : ил, табл. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-93208-346-8 (в пер.) : 805.20 р. - Текст : непосредственный.

4. Компо, Ф. Алгоритмы биоинформатики : практическое руководство / Ф. Компо, П. Певзнер ; пер. с англ. И. Л. Люско. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 682 с. - ISBN 978-5-93700-175-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109518>.

5. Шелудько, В. М. Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули : учебное пособие / В. М. Шелудько ; Южный федеральный университет. - Ростов-наДону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 107 с. - ISBN 978-5-9275-2648-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021664>

6. Золотарюк, А. В. Язык и среда программирования R : учебное пособие / А.В. Золотарюк. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 162 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5b8fdb0bd795c4.69435980. - ISBN 978-5-16-018723-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2049696>.

Дополнительная литература

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / [Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файфф [и др.] ; ред.: К. Уилсон, Д. Уолкер ; пер. с англ.: Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2021. - 848 с., [2] л. цв. ил. : ил. - (Методы в биологии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9963-1895-7 : 1039.50 р. - Текст : непосредственный.

2. Биология клетки : учеб. пособие для вузов / [А. Ф. Никитин [и др.] ; под ред. А. Ф. Никитина. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : СпецЛит, 2015. - 166, [1] с. : ил., рис., табл. - Библиогр.: с. 161. - Предм. указ.: с. 162-166. - ISBN 978-5-299-00648-3 : 253.00 р. - Текст : непосредственный.

3. Соколик, А. И. Введение в системную биологию : учеб.-метод. пособие / А. И. Соколик, Г. Г. Филиппова, В. В. Демидчик. - Минск : БГУ, 2020. - 142, [2] с. : ил., рис., табл. - ISBN 978-985-566-970-9 : 200.00 р. - Текст : непосредственный.

4. NGS: высокопроизводительное секвенирование : монография / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, Е. С. Шубина, В. В. Ильинский ; под общ. ред. Д. В. Ребрикова. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 235 с. - ISBN 978-5-00101-654-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1200533>.

5. Жуков, Р. А. Язык программирования Python. Практикум : учебное пособие / Р. А. Жуков. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 216 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014701-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1000002>.

6. Жуков, Р. А. Язык программирования Python. Практикум : учебное пособие / Р. А. Жуков. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 216 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014701-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1000002>

7. Баюк, О. А. Практикум по анализу данных на языках Python и R : учебное пособие / О. А. Баюк, М. Р. Исаева, М. О. Самсонкин. - Москва : Прометей, 2023. - 100 с. - ISBN 978-5-00172-356-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2124862>

8. На пути к синтетической биологии. Синтетическая биология в лаборатории : учебно-практическое пособие / Н. Кулделл, Р. Бернштейн, К. Ингрэм, К. М. Харт ; пер. с англ. Н. В. Паршиковой. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-668-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1907298>

5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для прохождения государственной итоговой аттестации

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM

- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

6. Программное обеспечение государственной итоговой аттестации

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

7. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации

Материально-техническая база БФУ им. И. Канта обеспечивает подготовку и проведение всех форм государственной итоговой аттестации, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных основной образовательной программой и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения консультаций, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенная компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).