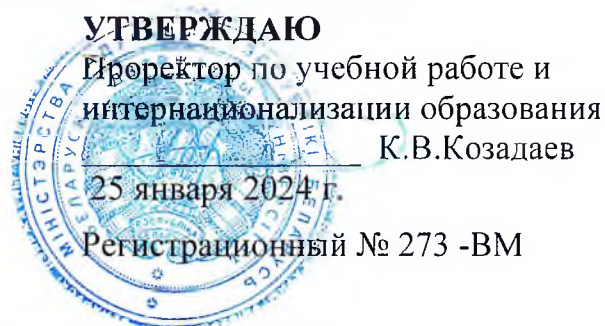


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет биологический



Программа вступительных испытаний  
при поступлении для получения углубленного высшего образования

Специальность 7-06-0511-05 Биоинформатика

Минск, 2024 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.В.ДЕМИДЧИК, декан биологического факультета Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси;

В.В.ГРИНЕВ, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

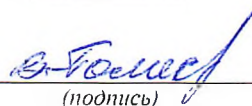
**РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Учебно-методической

комиссией биологического факультета

Протокол от 15.01.2024 № 5

Председатель

  
(подпись)

В.Д.Поликсенова  
(инициалы, фамилия)

Советом биологического факультета

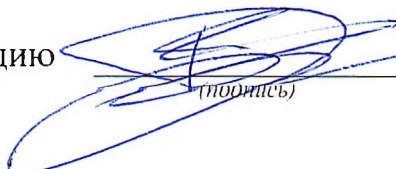
Протокол от 15.01.2024 № 5

Председатель Совета

  
(подпись)

В.В.Демидчик  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за редакцию

  
(подпись)

В.В.Гринев  
(инициалы, фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по 7-06-0511-05 Биоинформатика и методические рекомендации составлены с учётом требований к вступительным испытаниям, установленных Министерством образования Республики Беларусь.

### **Цель и задачи вступительного испытания**

**Цель** – оценка уровня сформированности у поступающих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций, необходимых для успешного освоения образовательной программы углубленного высшего образования.

#### **Задачи:**

- комплексная оценка уровня теоретической и практической подготовки поступающих в магистратуру в области основных разделов биологии и биоинформатики;
- проверка умения обоснованно анализировать содержание (научные факты, теории, методы и т.п.) учебных дисциплин вступительного испытания и использовать их в качестве средств для выполнения профессиональной деятельности;
- выявление мотивационной готовности поступающего к обучению в магистратуре, способностей к передаче своих профессиональных знаний и проведения соответствующих научных исследований.

### **Требования к уровню подготовки поступающих**

По образовательным программам магистратуры принимаются лица, имеющие высшее образование. Профили образования, направления образования, группы специальностей, специальности образовательной программы общего высшего образования, специального высшего образования Общегосударственного классификатора Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» для освоения содержания образовательной программы магистратуры по специальности 7-06-0511-05 Биоинформатика: 6-05-0113-03; 051; 052; 053; 0711; 0721; 08; 091.

Программа вступительного испытания направлена на подтверждение наличия необходимых для успешного освоения образовательной программы магистратуры следующих компетенций:

#### ***академические:***

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

**социально-личностные:**

- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- быть способным к критике и самокритике;

**профессиональные:**

- квалифицированно проводить научные исследования в области биоинформатики;
- осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры;
- владеть информацией об основных направлениях биоинформатики, в т.ч. «омиксных» дисциплинах (геномика, протеомика, метаболомика и др.);
- пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Содержание программы носит комплексный и междисциплинарный характер и ориентировано на выявление у поступающих общепрофессиональных и специальных знаний и умений.

Поступающий в магистратуру по специальности 7-06-0511-05 Биоинформатика должен:

**знать:**

- химические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов, основные пути и механизмы регуляции метаболизма;
- принципы функционирования процессов, связанных с экспрессией геномной информации по пути ДНК-РНК-белок;
- клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности;
- механизмы изменчивости генетического материала;
- строение и функции основных анатомических и функциональных систем организма человека, обеспечивающих его жизнедеятельность и поведение;

**уметь:**

- использовать теоретические знания по структурной организации клеток микроорганизмов в качестве научной основы решения прикладных задач микробиологии, биотехнологии и других смежных дисциплин и применять их в практической деятельности;
- ориентироваться в многообразии растительного мира, диагностировать различные таксономические группы растений;
- применять сравнительно-морфологический и эволюционный подходы для характеристики основных таксонов животных;
- рассчитывать основные показатели описательной статистики, выполнять сравнение двух и более выборок, корреляционный и регрессионный анализы;

**владеть:**

- информацией о современных методах генетического анализа и геномики;

- методологией для решения теоретических и практических задач, связанных с исследованием метаболома, протеома, транскриптома, процессов регуляции в органах и тканях живых организмов.

### **Описание формы и процедуры вступительного испытания**

Вступительное испытание является процедурой конкурсного отбора и условием приёма на обучение для получения углубленного высшего образования.

Организация проведения конкурса и приёма лиц для получения углубленного высшего образования осуществляет приёмная комиссия в соответствии с Положением о приёмной комиссии учреждения высшего образования, утверждаемым Министерством образования и Правилами приёма лиц для получения углубленного высшего образования, утверждёнными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.09.2022 № 574.

Конкурсы на получение углубленного высшего образования в очной, заочной, дистанционной формах получения образования за счёт средств бюджета и на платной основе проводятся отдельно.

Вступительные испытания проводятся по утверждённому председателем приёмной комиссии БГУ расписанию.

Проведение вступительного испытания осуществляется в устной форме на русском или белорусском языке.

При проведении вступительного испытания в устной форме время подготовки абитуриента к ответу не менее 30 минут и не должно превышать 90 минут, а продолжительность ответа не более 15 минут. Для уточнения экзаменационной оценки абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительного испытания.

Оценка знаний лиц, поступающих для получения углубленного высшего образования, осуществляется по десятибалльной шкале, положительной считается отметка не ниже «шести».

При проведении вступительного испытания в устной форме экзаменационная отметка объявляется сразу после завершения опроса абитуриента.

### **Характеристика структуры экзаменационного билета**

Экзаменационный билет состоит из вопросов по учебной дисциплине «Биоинформатика», включающей разделы: «Молекулярная биология и генетика»; «Биохимия и физиология», «Биоразнообразие и основы статистического анализа биологических данных».

### **Критерии оценивания ответа на вступительном испытании**

При оценке ответа учитывается:

- способность продемонстрировать систематизированные, глубокие и полные знания по разделам программы вступительного испытания;

- корректное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

- владение инструментарием биологических дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания либо самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

- степень усвоения основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях биологии и давать им сравнительную оценку, использовать научные достижения смежных дисциплин.

*Критерии оценивания:*

*10 баллов*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по вопросам, выходящим за их пределы;

- точное использование научной географической терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по дисциплине, по которой проводится вступительное испытание;

- умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, давать им критическую оценку.

*9 баллов*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

- владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку.

*8 баллов*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

- владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку.

*7 баллов*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

- владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- свободное владение типовыми решениями в рамках программы;

- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку.

*6 баллов*

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;

- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

- владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

- усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку.

*5 баллов*

- достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;

- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы;

- владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

- усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях и давать им сравнительную оценку.

*4 балла*

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

- усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- использование научной терминологии, логическое изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы без существенных ошибок;

- владение инструментарием учебных дисциплин, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по учебной дисциплине и давать им оценку.

*3 балла*

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

- знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

- использование научной терминологии, изложение ответов на вопросы билета с существенными логическими ошибками;

- слабое владение инструментарием учебных дисциплин;

- некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях.

*2 балла*

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

- знание отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания;

- неумение использовать научную терминологию, наличие в ответе грубых логических ошибок.

*1 балл*

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта высшего образования;

- отказ от ответа;

- неявка на вступительное испытание без уважительной причины.



# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Раздел 1. Молекулярная биология и генетика

### Тема 1.1. Молекулярная биология

Размеры, структура и особенности организации геномов различных групп организмов (бактерий, архей, одноклеточных эукариот, беспозвоночных и позвоночных животных, растений).

Организация хромосом различных организмов. Структура центромерных и теломерных областей. Теломераза. Искусственные хромосомы.

Основные типы мобильных генетических элементов про- и эукариот: структура, гены и их продукты. Молекулярный механизм транспозиции.

Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов. Различия в механизмах эволюции геномов про- и эукариот.

Репликация ДНК. Основные типы ДНК-полимераз, их структура, ферментативные активности и роль во внутриклеточных процессах. Вилка репликации ДНК: ферменты и вспомогательные белки, их свойства и роль в репликации ДНК. Контроль инициации и терминации репликации ДНК.

Репарация ДНК. Механизмы эксцизионной репарации ДНК (эксцизия нуклеотидов, оснований). Пострепликативная коррекция неспаренных оснований. SOS-репарация. Роль рекомбинационных процессов в репарации повреждений ДНК.

Транскрипция. Информационная РНК, ее структура и функциональные участки, различия у про- и эукариот. РНК-полимеразы про- и эукариот: структура ферментов и функции основных субъединиц. Бактериальные и эукариотические промоторы и механизм их распознавания РНК-полимеразой. Последовательность событий при инициации и терминации транскрипции у про- и эукариот, роль транскрипционных факторов в этих процессах.

Процессинг РНК. Типы интронов и особенности механизмов их сплайсинга. Особенности структуры и механизмы сплайсинга.

Транспортные РНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов. Аминоацилирование тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы, их структура и механизм действия.

Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомные РНК и белки, их виды и номенклатура. Роли РНК и белков в процессе трансляции.

Последовательность событий в ходе инициации, элонгации и терминации трансляции. Энергетика биосинтеза белков.

### Тема 1.2. Генетика

Наследование при моно-, ди-, полигибридных скрещиваниях. Генотип как сложная система аллельных и неаллельных взаимодействий. Хромосомная теория наследственности Морганна. Сцепление и кроссинговер. Карты хромосом, принципы их построения.

Механизмы реализации наследственной информации. Дифференциальная активность генов в ходе индивидуального развития.

Изменчивость (наследственная, ненаследственная, комбинативная, мутационная, модификационная). Молекулярные механизмы генных мутаций. Хромосомные aberrации. Спонтанный и индуцированный мутационный процесс.

Генетический анализ популяций. Понятие о панмиктической популяции. Частота генов и генотипов в популяции. Закон Харди-Вайнберга, возможности его применения. Факторы динамики генетического состава популяций (мутационный процесс, действие отбора, дрейф генов, изоляция, миграция).

## **Раздел 2. Биохимия и физиология**

### **Тема 2.1. Биохимия**

Аминокислоты: классификация, химическая структура и свойства, биологическая роль. Пути их метаболизма.

Физико-химические свойства белков. Методы очистки и идентификации белков. Принципы структурно-функциональной организации белков. Методы изучения структуры белков. Первичная структура белков. Гидролиз белков, определение аминокислотного состава. Анализ N- и C-концевых аминокислот. Вторичная структура белков –  $\alpha$ -спирали и  $\beta$ -структуры. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура. Фолдинг белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Характеристика связей, стабилизирующих структуру белков. Денатурация и ренатурация белков.

Классификация белков. Простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопроотеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.

Ферменты: классификация, принципы структурной организации, механизм и кинетика ферментативного катализа. Инженерная энзимология. Использование ферментов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве.

Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды и нуклеозиды: химическое строение и функции в живых системах.

Моносахариды: классификация, химическое строение, свойства и биологическая роль. Ди- и полисахариды: химическое строение, свойства и биологическая роль.

Липиды: классификация, номенклатура и биологическая роль. Ацилглицерины. Фосфолипиды. Гликолипиды.

### **Тема 2.2. Физиология растений**

Особенности строения растительных клеток и тканей в связи с их функциями.

Структура и функции фотосистем высших растений. Основные реакции и физиологическая роль  $C_3$ -пути фотосинтеза.  $C_4$ -путь фотосинтеза как приспособительная реакция к условиям низкого содержания  $CO_2$ .

Особенности роста и развития растения. Структура и функции фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды).

Макро- и микроэлементы минерального питания растений. Механизмы поступления ионов и воды в растительную клетку.

Механизмы ответа растительного организма на важнейшие стресс-факторы среды.

### **Тема 2.3. Физиология человека и животных**

Функции нервной системы. Нейрофизиологические основы поведения.

Эндокринная система и ее регуляторные функции.

Система кровообращения человека и ее регуляция.

Система дыхания животных и человека и ее регуляция.

Система пищеварения человека и ее регуляция.

Выделительная система человека. Функции почек.

## **Раздел 3. Биоразнообразие и основы статистического анализа биологических данных**

### **Тема 3.1. Биоразнообразие**

Принципы классификации бактерий.

Строение, химический состав и функции основных структурных компонентов бактериальной клетки.

Основные характеристики групп вирусов по системе Балтимора.

Структура вирусных частиц и основные функции компонентов вирионов.

Водоросли, уровни организации и основные ступени морфологической дифференциации талломов, их эволюция. Значение водорослей.

Грибы как отдельное царство эукариотических организмов. Особенности строения клетки, вегетативного тела, его эволюция. Значение грибов.

Анатомо-морфологические особенности высших растений как результат приспособления к жизни на суше.

Основные этапы развития животного мира: гетеротрофные протисты, губки как низшие многоклеточные организмы, радиально-симметричные двуслойные многоклеточные, первичнополостные билатеральные животные, вторичнополостные (целомические) первично- и вторичноротые животные.

Сравнительная характеристика анамний и амниот (морфо-биологические и экологические различия).

### **Тема 3.2. Основы статистического анализа биологических данных**

Генеральная и выборочная совокупности. Переменные, или признаки. Качественные и количественные переменные. Описательная статистика переменных, оценка разброса данных. Теоретические распределения

случайных величин и их свойства: нормальное распределение, логнормальное распределение, распределение Пуассона, биномиальное распределение. Методы проверки нормальности распределения данных.

Понятие о статистической гипотезе. Нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости. Проверка гипотезы о равенстве двух средних. Распределение Стьюдента, t-критерий. Поправка Бонферрони для t-критерия при проверке множества нулевых гипотез. Непараметрические аналоги t-критерия: U-тест Манна-Уитни, тест Уилкоксона.

Дисперсионный анализ данных. Применимость дисперсионного анализа к биологическим данным. Нулевая гипотеза при дисперсионном анализе. Расчет внутри- и межгрупповой дисперсий при однофакторном анализе, F-критерий Фишера. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе.

Корреляционный анализ данных. Понятие корреляционной зависимости. Оценка корреляционной зависимости, линейный коэффициент корреляции Пирсона и его статистическая значимость. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Регрессионный анализ данных. Понятие линейного регрессионного анализа и его применимость к биологическим данным. Оценка параметров регрессионного уравнения с помощью метода наименьших квадратов. Коэффициент детерминации. Понятие о нелинейной и множественной регрессии.

Многомерный анализ данных. Понятие о многомерном пространстве признаков. Методы «сворачивания» многомерного пространства признаков. Кластерный анализ. Графическое изображение и интерпретация результатов кластерного анализа. Дискриминантный анализ и области его применения. Метод главных компонент и области его применения.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Жукова А.А. Биометрия. В 3 ч. Ч. 1. Описательная статистика: пособие / А. А. Жукова, М. Л. Минец. Минск: БГУ, 2019.
2. Жукова, А.А. Биометрия. В 3 ч. Ч. 2. Основные техники анализа данных: пособие / А.А. Жукова, М.Л. Минец. – Минск: БГУ, 2020.
3. Жукова А. А. Биометрия: пособие. В 3 ч. Ч. 3. Корреляция и регрессия / А. А. Жукова, М. Л. Минец. Минск: БГУ, 2021.
4. Инге-Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студ. вузов / С.Г. Инге-Вечтомов. - 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Н-Л, 2015.
5. Медведев, С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. - Санкт-Петербург: ПХВ-Петербург, 2023.
6. Нетрусов, А.И. Микробиология: теория и практика. В 2 ч. / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – М.: Издательство Юрайт, 2023.
7. Нормальная физиология: учебник / А.А. Семенович [и др.]; под ред. А.А. Семеновича, В.А. Переверзева. – Мн.: Новое знание, 2021.
8. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс и др. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018.
9. Комов, В.П. Биохимия: учебник для вузов / В.П. Комов, В. Н. Шведова; под общей редакцией В. П. Комова. В 2 ч. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2021.

### Дополнительная литература

1. Альгология и микология / А. С. Шуканов [и др.] : учеб. пособие. – Мн.: БГУ, 2009. – 423 с.
2. Зинченко, А.И. Основы молекулярной биологии вирусов и антивирусной терапии / А.И. Зинченко, Д.А. Паруль. – Мн.: «Вышэйшая школа», 2005. – 218 с.
3. Максимова, Н.П. Генетика. Часть 1. Законы наследования: курс лекций / Н.П. Максимова. – Мн.: БГУ, 2008.
4. Структурная и метаболическая биохимия. Практикум: пособие / Н.М. Орел [и др.]. – Мн.: БГУ, 2013. – 184 с.
5. Максимова, Н.П. Генетика. Часть 2. Хромосомная теория наследственности. Курс лекций / Н.П. Максимова. – Мн.: БГУ, 2012.
6. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, изд. 9-ое, 2017.
7. Хвир, В.И. Основы зоологии: низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы / В.И. Хвир, О.Ю. Круглова. – Минск: Изд. центр БГУ, 2016.