



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агrobiотехнологий  
Кафедра биотехнологии



**УТВЕРЖДАЮ:**

Советник при ректорате - заместитель  
проректора по науке

*И.Ю. Сви́нарев* И.Ю. Сви́нарев

*“19” сентября* “19” сентября 2022 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА»**

Научная специальность 1.5.8 – Математическая биология, биоинформатика

Отрасль науки Биологические науки

Москва, 2022

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА.....</b>	<b>6</b>
<b>2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СДАЧЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА .....</b>	<b>6</b>
<b>3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗНАНИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК .....</b>	<b>9</b>
<b>5. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....</b>	<b>10</b>
<b>6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>12</b>

## АННОТАЦИЯ

Программа кандидатского экзамена имеет целью содействовать подготовке соискателей ученой степени кандидата наук к приобретению глубоких и упорядоченных знаний в области математической биологии и биоинформатики. Прикладной задачей является подготовка к сдаче кандидатского экзамена по основным разделам науки системной биологии, которая основана среди прочего на методах математической биологии и технологических средствах биоинформатики. Соискатели ученой степени должны продемонстрировать высокий уровень знаний, умений и навыков в математической биологии и биоинформатике. В результате освоения настоящей программы должны:

- знать: принципы математической биологии и биоинформатики;
- получить навыки самостоятельного научного анализа нормативных актов и научных текстов.

Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук проводится экзаменационными комиссиями в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы в письменном виде.

Продолжительность кандидатского экзамена не более 1 часа.

Структура кандидатского экзамена: Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса из различных разделов курса и двух дополнительных вопросов по теме диссертационного исследования экзаменуемого, оформленных в виде дополнительной программы

## **1. Цель и задачи кандидатского экзамена**

Целью проведения кандидатского экзамена является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по научной специальности 1.5.8 – Математическая биология, биоинформатика и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация

Задачи:

- определить степень владения аспирантом принципами математической биологии и биоинформатики;
- определить степень навыков самостоятельного научного анализа нормативных актов и научных текстов.

## **2. Содержание разделов для подготовки к сдаче кандидатского экзамена**

### **Раздел 1 Системная биология и омиксные технологии**

#### **Тема 1.1 Системная биология**

Системный подход в биологии. Понятие биологической системы.

#### **Тема 1.2 Омиксные технологии**

Геномика. Транскриптомика. Протеомика. Пептидомика. Метаболомика. Интерактомика. Гликомика. Липидомика.

### **Раздел 2 Математическое и компьютерное моделирование**

#### **Тема 2.1 Принципы моделирования.**

Модели. Моделирование.

#### **Тема 2.2 Математические и компьютерные модели**

Типы математических моделей. Компьютерное моделирование в биологии.

### **Раздел 3 Биоинформационные ресурсы, базы данных, программное обеспечение**

#### **Тема 3.1 Биоинформационные базы данных и ресурсы.**

Понятие биологической информации. Типы биоинформационных данных. Веб-ресурсы биоинформатики.

## **3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

### **3.1. Виды самостоятельной работы**

В процессе подготовки к кандидатскому экзамену соискатель ученой степени кандидата наук осуществляет следующую самостоятельную работу:

- исследует научную литературу по проблемам математической биологии и биоинформатики;
- работает с учебниками и учебно-методическим материалом, самостоятельно изучает отдельные разделы программы кандидатского экзамена.

### **3.2. Перечень вопросов к кандидатскому экзамену по математической биологии и биоинформатике:**

1. Биотехнические системы и развитие бионических подходов.
2. Геномные и транскриптомные базы данных.
3. Интеллектуальные системы анализа свойств биологических объектов на основе специализированных баз и банков данных и знаний (в т.ч. полнотекстовых).
4. Интеллектуальные системы прогнозирования свойств биологических объектов на основе специализированных баз и банков данных и знаний (в т.ч. полнотекстовых).
5. Использование автоматизированных банков данных по биологии и медицине, в т.ч. банков междисциплинарных данных.
6. Компьютерная геномика.
7. Компьютерная иммуномика.
8. Компьютерная протеомика.
9. Компьютерная токсикология.
10. Компьютерная фармакология.
11. Компьютерное моделирование распространенности и структуры заболеваний.
12. Компьютерное моделирование экологических систем.
13. Компьютерное распознавание и синтез изображений в биологических и медицинских исследованиях.
14. Математические и физические биологические модели.
15. Математические модели, численные методы применительно к процессам получения, накопления, обработки биологических и медицинских данных и знаний.
16. Математическое и компьютерное моделирование биологического действия ксенобиотиков.
17. Математическое и компьютерное моделирование организмов, популяций, биоценозов.
18. Математическое и компьютерное моделирование органов и систем органов.
19. Математическое и компьютерное моделирование субклеточных структур и клеток.
20. Математическое и компьютерное моделирование эволюционных процессов в живой природе.
21. Математическое моделирование в биологии.
22. Математическое моделирование распространенности и структуры заболеваний.
23. Математическое моделирование экологических систем.

24. Метаболомика и метабономика.
25. Метаболомные базы данных.
26. Организация, ведение автоматизированных банков данных по биологии и медицине, в т.ч. банков междисциплинарных данных.
27. От вычислительной биологии к системной биологии.
28. Программные средства применительно к процессам получения, накопления, обработки биологических и медицинских данных и знаний
29. Протеомные базы данных.
30. Разработка новых вычислительных технологий на основе результатов исследований живых систем.
31. Решение задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний с помощью математического аппарата и вычислительных алгоритмов.
32. Решение задач оценки эффективности медицинских вмешательств и технологий с помощью математического аппарата и вычислительных алгоритмов.
33. Систематизация биологических и медицинских данных и знаний.
34. Системы информационного обеспечения и поддержки биологических и медицинских исследований, включая анализ точек роста и тенденций развития научных направлений.
35. Типы биоинформационных данных.

### **3.3. Содержание и требования к дополнительной программе для сдачи кандидатского экзамена**

Целью дополнительной программы является раскрытие аспирантом или соискателем ученой степени кандидата наук теоретической части своего диссертационного исследования.

В дополнительной программе должны быть отражены последние научные достижения в области науки и разделы, в рамках которых проведено научное исследование аспиранта/соискателя. Вопросы, включенные в дополнительную программу по научной специальности, должны в полном объеме соответствовать научному направлению осуществляемого диссертационного исследования. Вопросы дополнительной программы не должны дублировать основные разделы программы. Количество вопросов определяется составителем дополнительной программы (не более 15 вопросов) и включается в перечень вопросов для сдачи кандидатского экзамена. В дополнительной программе должен быть указан перечень новейшей научной отечественной и зарубежной литературы интернет-издания, а также справочно-информационные издания (за последние 5 лет), которые аспиранту/соискателю ученой степени кандидата наук рекомендовано использовать для подготовки к сдаче кандидатского экзамена.

Дополнительная программа аспиранта/соискателя оформляется соответ-

ственно Приложению Д, обсуждается и одобряется на заседании кафедры и утверждается профильным проректором.

#### **4. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук**

##### **4.1. Требования к экзаменуемым на кандидатском экзамене**

На кандидатском экзамене экзаменующийся должен продемонстрировать способность:

- критически оценивать современные научные достижения отечественных и зарубежных ученых;

- критически анализировать теоретический материал по проблемам научной специальности;

- анализировать содержание основных научных трудов по математической биологии и биоинформатике

- использовать базы данных и другие веб-ресурсы, разработанные отечественными и зарубежными учёными;

- использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области математической биологии и биоинформатики;

- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач;

- корректно цитировать научные источники.

При оценке устного ответа экзаменуемого учитывается как глубина владения теоретическим материалом, так и доказательная самостоятельность мышления и суждений, подкреплённая конкретными примерами с опорой на личностный практический опыт научных исследований.

##### **4.2. Критерии оценки ответов экзаменуемого на кандидатском экзамене**

При оценке ответа в ходе кандидатского экзамена комиссия оценивает, как экзаменуемый понимает те или иные термины и умеет ими оперировать, анализирует реальные актуальные проблемы, как умеет мыслить, аргументировать, отстаивать определенную позицию. Таким образом, необходимо разумное сочетание запоминания и понимания, простого воспроизводства учебной информации и работы мысли. Установлены следующие критерии оценок, которыми необходимо руководствоваться при приеме кандидатского экзамена:

- содержательность ответов на вопросы (верное, четкое и достаточно глубокое изложение идей, понятий, фактов и т.д.);

- полнота и одновременно разумная лаконичность ответа;

- новизна учебной информации, степень использования и понимания научных и нормативных источников;

- умение связывать теорию с практикой, творчески применять знания;

- логика и аргументированность изложения;

- грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий;

- культура речи.

Для оценки знаний, умений, навыков экзаменуемых лиц применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости и критерии выставления оценок по четырех балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Критерии оценивания результатов обучения**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	Экзаменуемый отлично знает теоретический материал; свободно умеет формулировать задачи и предлагать пути их решения; свободно владеет терминологией и навыками работы с теоретическим материалом и программными продуктами.
Средний уровень «4» (хорошо)	Экзаменуемый хорошо знает теоретический материал: умеет формулировать задачи и предлагать пути их решения; владеет основной терминологией и основными навыками работы с теоретическим материалом и программными продуктами.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Экзаменуемый слабо знает теоретический материал; недостаточно хорошо умеет формулировать задачи и предлагать пути их решения; недостаточно владеет терминологией и навыками работы с теоретическим материалом и программными продуктами.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Экзаменуемый не знает теоретический материал; не умеет формулировать задачи и предлагать пути их решения; не владеет терминологией и навыками работы с теоретическим материалом и программными продуктами.

## **5. Ресурсное обеспечение:**

### **5.1 Перечень основной литературы**

1. Смиряев А.В., Панкина Л.К. Основы биоинформатики: Учебное пособие. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2008. 102 с.
2. Стефанов В.Е., Тулуб А.А., Мавропуло-Столяренко Г.Р. Биоинформатика: учебник для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2017. 252 с.
3. Часовских Н.Ю. Биоинформатика: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 352 с.:ил.
4. Мюррей Дж. Математическая биология. Т. I. Введение. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009. 776 с.
5. Мюррей Дж. Математическая биология. Т. II. Пространственные модели и их приложения в биомедицине. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. 1104 с.

### **5.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Бородовский М., Екишева С. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая дина-



мика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. 440 с.

2. Дурбин Р., Эдди Ш., Крэг А., Митчисон Г. Анализ биологических последовательностей. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. 480 с.

3. Игнасимуту С. Основы биоинформатики. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. 320 с.

4. Каменская М.А. Информационная биология: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров 020200 «Биология» и биол. специальностям. М.: Academia, 2006. 360, [1] с. : ил.

5. Леск А. Введение в биоинформатику; пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 318 с.:ил., [4] с. цв. вкл.

6. Плюснина Т.Ю., Фурсова П.В., Тёрлова Л.Д., Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биологии: учебное пособие. Изд. 2-е, доп. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2014. 136 с.

7. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Изд. 2-е, испр. и доп. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. 560 с.

8. Системная компьютерная биология / отв. ред. Н.А. Колчанов, С.С. Гончаров, В.А. Лихошвай, В.А. Иванисенко; рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т цитологии и генетики [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 769 с.

9. Структура и функционирование белков: Применение методов биоинформатики (под руководством Даниэля Джона Ригдена). Пер. с англ. / Под ред. В.Н. Новоселецкого. М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2014. 424 с., цв. вкл.

10. Хаубольд Б., Вие Т. Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. 456 с.

### **5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. NCBI - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. UniProt - <https://www.uniprot.org/>
3. PDB - <https://www.rcsb.org/>
4. DrugBank - <https://go.drugbank.com/>
5. Ensemble - <https://www.ensembl.org/index.html>

#### **5.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы:**

1. MEGA - [https://www.megasoftware.net/mega\\_papers.php](https://www.megasoftware.net/mega_papers.php)
2. BLAST - <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
3. Clustal Omega - <https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/>
4. MAFFT - [https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/windows\\_without\\_cygwin.html](https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/windows_without_cygwin.html)
5. MUSCLE - <https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/muscle/>

#### **6. Методические рекомендации**

Процесс подготовки к кандидатскому экзамену по «Математической биологии, биоинформатике» должен быть регулярным, равномерно распределенным на всё время обучения до сдачи кандидатского экзамена. При подготовке желательно вести конспект прочитанной литературы: как учебников и монографий, так и научных статей по специальности и проводимому диссертационному исследованию.

#### **Автор рабочей программы:**

канд. биол. наук, доцент Чередниченко М.Ю.



---

(подпись)



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Проректор по науке

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Дополнительная программа**  
для сдачи кандидатского экзамена  
по специальной дисциплине

наименование специальности

аспирант/соискатель ученой степени кандидата наук

Ф.И.О.

Тема диссертации:

Научная специальность:

Место выполнения:

Научный руководитель:

ученая степень, ученое звание,

Ф.И.О.

Москва, 20\_\_

## ВОПРОСЫ ПО ПРОГРАММЕ

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...

Заведующий кафедрой

---

(ФИО, подпись)

Научный руководитель

---

(ФИО, подпись)

Аспирант/Соискатель ученой степени  
кандидата наук

---

(ФИО, подпись)