

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный университет имени Н.И. Вавилова»
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОИИПК

/Гераскина А.А./

« 28 » января 2026 г.

Проректор

« 28 »



ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Дисциплина	БИОМЕХАНИКА И БИОИНЖЕНЕРИЯ
Научная специальность	1.1.10 Биомеханика и биоинженерия
Нормативный срок обучения	4 года
Форма обучения	Очная

Разработчик(и): *доцент, Бирюков О.И.*


(подпись)

Саратов 2026

Введение

Программа кандидатского экзамена разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951, паспортом научной специальности **1.1.10 Биомеханика и биоинженерия, и на основании Приказа** Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 марта 2014 г. №247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня» (в ред. приказа Минобрнауки России от 05.08.2021 N 712).

Трудоемкость освоения программы кандидатского экзамена составляет 1 ЗЕТ (36 часов). Кандидатский экзамен «**Биомеханика и биоинженерия**» проводится в соответствии с рабочим учебным планом в пятом семестре.

1. Перечень планируемых результатов освоения программы кандидатского экзамена, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Программа кандидатского экзамена «**Биомеханика и биоинженерия**» направлена на формирование у аспирантов следующих результатов освоения:

№	Результаты освоения программы аспирантуры, формируемые в процессе подготовки и сдачи кандидатского экзамена
1	РО 1 - быть готовым использовать законы биомеханики, генетики, а также методов биотехнологии и биоинженерии для решения научных и производственных задач.
2	РО 2 - применять биотехнологические и биоинженерные методы с использованием живых организмов и биологических процессов для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений и животных, создание новых сортов и пород, защиты окружающей среды и утилизация отходов, создания новых экологически чистых процессов преобразования энергии.
3	РО 3 - осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования.

По итогам освоения программы кандидатского экзамена по модулю «**Биомеханика и биоинженерия**» аспирант должен:

Обучающийся должен:		
Знать	уметь	владеть
1	2	3
основные законы биомеханики, генетики, а также современные принципы биотехнологии и биоинженерии; основы нанобиотехнологии и молекулярного моделирования; методы анализа и систематизации информации, используемые в научных исследованиях.	применять к конкретным задачам науки и производства законы биомеханики, генетики, а также современные принципы биотехнологии и биоинженерии; основы нанобиотехнологии и молекуляр-	приемами и методами генетической инженерии, основами нанобиотехнологии и молекулярного моделирования; приемами определения биологической безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских

	ного моделирования; осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования; оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности в области биоинженерии.	производств; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; приемами использования в профессиональной деятельности современных методов обработки, методов математической статистики, моделирования и прогнозирования.
--	---	---

2. Содержание кандидатского экзамена

РАЗДЕЛ I (БИОМЕХАНИКА)

Биомеханика.

Направления развития биомеханики как науки. История развития биомеханики. Физические величины, их измерение и оценка точности и достоверности полученных результатов.

Системы единиц физических величин. Единицы измерений СИ и СГС, внесистемные единицы. Физические законы. Основные принципы анализа размерности.

Пространство и время в механике Ньютона и в специальной теории относительности. Преобразования Галилея и Лоренца. Инерциальные системы отсчета. Системы координат и их преобразования. Кинематика материальной точки. Траектория движения, радиус кривизны траектории. Система материальных точек. Уравнения кинематической связи. Способы описания движения. Закон движения.

Линейные и угловые скорости и ускорения. Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки.

Динамика материальной точки. Масса как мера инертности тела. Гравитационная масса. Импульс. Второй закон Ньютона. Основные силы (фундаментальные взаимодействия). Силы упругости. Силы трения и сопротивления. Третий закон Ньютона. Обобщение закона сохранения импульса. Импульс силы.

Динамика движения материальной точки по окружности. Центробежная и тангенциальная силы. Плечо и момент силы. Момент инерции. Уравнения вращательного движения точки.

Кинематика. Механическое движение живых тел. Системы отсчета положения тела. Скоростные и временные характеристики положения движущегося тела. Виды движений тела человека и животных. Описание движений живых тел.

Равномерное прямолинейное движение и его графическое представление. Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение, графики.

Свободное падение и его ускорение. Деформация. Способы деформирования. Расчеты движения тел при свободном падении. Механические свойства биологических тканей. Биомеханика двигательного аппарата человека. Биомеханические цепи. Биодинамика мышц. Особенности структуры и биомеханика мышечной ткани. Анатомия мышц. Механика мышечного сокращения. Молекулярный механизм сокращения. Биомеханика локомоций (движений) человека. Биомеханика ходьбы, бега. Энергетические характеристики: работа, мощность, механическая энергия, обмен энергией, энергия упругой деформации мышц.

Расчеты механической работы и мощности мышц. Медицинская биомеханика. Биомеханика сердца и сосудов. Гемодинамика. Биомеханика дыхания.

РАЗДЕЛ II (БИОИНЖЕНЕРИЯ)

Биоинженерия.

Введение в биоинженерию. Основные понятия и молекулярно-генетические основы биоинженерии. Основные объекты и методы биотехнологии. Классификация живых организмов. Вирусы. Бактерии. Грибы. Клетки растений и животных.

Генетическая инженерия. Генно-инженерные технологии. Ферменты генной инженерии, особенности их применения. Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК. Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии. Этапы проектирования новых белков и ферментов. Методы направленного мутагенеза.

Клеточная инженерия. Технологии получения реконструированных клеток и организмов. Приемы микрохирургии клетки и пред имплантационных эмбрионов. Биоинженерия растений. Трансгенез. Способы получения и культивирования ES-клеток. Способы получения трансгенных растений.

Биоинженерия животных. Клонирование эмбрионов млекопитающих. Способы культивирования клеток млекопитающих. Получение эмбрионов. Способы получения трансгенных животных.

Биоинженерия микроорганизмов. Генетическая инженерия бактерий. Методы направленного мутагенеза. Использование биоинженерии в промышленной микробиологии.

Биоинженерия и медицина. Тканевая биоинженерия. Биоинженерные методы в создании искусственных органов. Проблемы и перспективы современной трансплантологии.

Биоинженерия и контроль загрязнения природных сред. Генетические эффекты техногенных загрязнений. Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем. Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных.

3. Структура кандидатского экзамена

Экзамен проводится в устной форме и включает три вопроса:

- 1 вопрос – из раздела «Биомеханика»,
- 2 вопрос – из раздела «Биоинженерия»,

3 вопрос – из области научного знания, которая соответствует теме диссертации аспиранта (на соискание ученой степени кандидата наук).

Необходимость в пересдачи кандидатского экзамена по «Биомеханике и биоинженерии» возникает только при смене отрасли науки, по которой планируется диссертационное исследование аспиранта.

Критерий оценки промежуточного контроля

Оценка 5 «отлично» ставится, если аспирант:

- демонстрирует глубокие знания программного материала;
- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает программный материал, не затрудняясь с ответом при видоизменении задания;
- свободно справляется с решением ситуационных и практических задач;
- грамотно обосновывает принятые решения;
- самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская ошибок;
- свободно оперирует основными теоретическими положениями по проблематике излагаемого материала.

Оценка 4 «хорошо» ставится, если аспирант:

- демонстрирует достаточные знания программного материала;
- грамотно и по существу излагает программный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос;
- правильно применяет теоретические положения при решении ситуационных и практических задач;
- самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская существенных ошибок.

Оценка 3 «удовлетворительно» ставится, если аспирант:

- излагает основной программный материал, но не знает отдельных деталей;
- допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала;
- испытывает трудности при решении ситуационных и практических задач.

Оценка 2 «неудовлетворительно» ставится, если аспирант:

- не знает значительной части программного материала;
- допускает грубые ошибки при изложении программного материала;
- с большими затруднениями решает ситуационные и практические задачи.

Результаты кандидатского экзамена оформляются протоколом (приложение 1).

4. Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Кинематика поступательного движения. Материальная точка, система материальных точек. Системы отсчета. Векторный и координатный способы описания движения.
2. Траектория, длина пути, перемещение, средняя скорость, мгновенная скорость, ускорение, мгновенное ускорение.
3. Динамика материальной точки. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
4. Масса, импульс и сила. Второй закон Ньютона как уравнение движения. Взаимосвязь импульса силы и импульса точки.
5. Принцип независимости действия сил. Третий закон Ньютона.
6. Виды сил: тяжести, упругой деформации (Гука), трения (покоя, скольжения, качения), внутреннего трения.

7. Механические системы. Внутренние и внешние силы. Изолированные системы. Закон сохранения импульса.
8. Вращательное движение материальной точки. Понятие аксиального вектора. Угловое перемещение. Угловая скорость.
9. Направление векторов угловой скорости и углового ускорения. Период вращения и частота. Связь угловых и линейных величин.
10. Абсолютно твердое тело. Центр масс (инерции) твердого тела. Момент инерции материальной точки. Момент инерции твердого тела.
11. Плечо момента силы. Уравнение моментов.
12. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела.
13. Равнопеременное вращательное движение.
14. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращающегося и катящегося тела. Мощность вращающихся тел.
15. Момент импульса материальной точки, твердого тела относительно оси вращения.
16. Закон сохранения момента импульса.
17. Законы всемирного тяготения. Сила тяжести и вес.
18. Виды движений тела человека и животных. Описание движений живых тел.
19. Свободное падение и его ускорение.
20. Деформация. Способы деформирования.
21. Расчеты движения тел при свободном падении.
22. Механические свойства биологических тканей
23. Биомеханика двигательного аппарата человека. Биомеханические цепи. Биодинамика мышц. Особенности структуры и биомеханика мышечной ткани.
24. Анатомия мышц. Механика мышечного сокращения. Молекулярный механизм сокращения.
25. Биомеханика локомоций (движений) человека.
26. Биомеханика ходьбы, бега.
27. Энергетические характеристики: работа, мощность, механическая энергия, обмен энергией, энергия упругой деформации мышц.
28. Расчеты механической работы и мощности мышц.
29. Медицинская биомеханика. Биомеханика сердца и сосудов. Гемодинамика.
30. Биомеханика дыхания.
31. Основные понятия и молекулярно-генетические основы биоинженерии.
32. Основные объекты и методы биотехнологии.
33. Классификация живых организмов. Вирусы. Бактерии. Грибы. Клетки растений и животных.
34. Генетическая инженерия. Генно-инженерные технологии.
35. Ферменты генной инженерии, особенности их применения.
36. Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК.
37. Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии.
38. Полимеразная цепная реакция: принципы, компоненты, разновидности. Количественная ПЦР.
39. Этапы проектирования новых белков и ферментов.
40. Получение рекомбинантных белков в различных системах: основные подходы, сложности и пути их преодоления.
41. Методы направленного мутагенеза.

42. Клеточная инженерия. Технологии получения реконструированных клеток и организмов.
43. Приемы микрохирургии клетки и пред имплантационных эмбрионов.
44. Биоинженерия растений. Трансгенез.
45. Способы получения и культивирования ES-клеток.
46. Способы получения трансгенных растений.
47. Биоинженерия животных. Клонирование эмбрионов млекопитающих.
48. Способы культивирования клеток млекопитающих.
49. Получение эмбрионов. Способы получения трансгенных животных.
50. Биоинженерия микроорганизмов. Генетическая инженерия бактерий.
51. Методы направленного мутагенеза.
52. Использование биоинженерии в промышленной микробиологии.
53. Биоинженерия и медицина. Тканевая биоинженерия.
54. Стволовые клетки: биология и клеточные технологии.
55. Биоинженерные методы в создании искусственных органов.
56. Проблемы и перспективы современной трансплантологии.
57. Биоинженерия и контроль загрязнения природных сред.
58. Генетические эффекты техногенных загрязнений.
59. Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем.
60. Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) основная литература

1. Биотехнология: учебник и практикум для вузов/под редакцией Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. -3-е изд., испр. и доп.- Москва: Издательство Юрайт, 2020. -381с. ISBN 978-5-534-13546-6.
2. Биоинженерия растений. Основные методы: учебное пособие / М. Г. Куцев, М. В. Скапцов, И. Е. Ямских; Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. биологии и биотехнологии. - Красноярск: СФУ, 2020 (2020-11-11). - 78 с., 5.0 усл. печ. л. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68-78. - 100 экз. - ISBN 978-5-7638-4321-7 : 214.00 р. - Изд. № 2020-11257.
3. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики: учеб.пособие для студентов вузов: в двух томах/ Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 732с. ISBN 978-5-507-45037-4
4. Будкевич Е.В. Биомедицинские нанотехнологии: учебное пособие для вузов/Е.В. Будкевич, Р.О. Будкевич.- - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 176с. ISBN 978-5-8114-9164-3.
5. Госманов, Р.Г. Микробиология и иммунология: Учебное пособие / Р.Г. Госманов, А.К. Галиуллин и др. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 - Режим доступа :<https://e.lanbook.com/book/211310>
6. Лебедько Е.Я. Биотехнология в животноводстве: учебник для вузов/ Е.Я Лебедько, П.С. Катмаков, А.В. Бушов, В.П. Гавриленко. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 160с. ISBN 978-5-507-45224-8.
7. Музафаров Е.Н. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов / Е.Н. Музафаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 120с. ISBN 978-5-8114-9290-9.

8. Хлебова Л. П., Прикладная биотехнология. Лабораторный практикум: учебное пособие/Н.Ю. Сперанская, Е.С. Яценко- Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2016.- 106с.ISBN 978-5-7904-2137-2. <http://elibrary.asu.ru/handle/asu/3201>

б) дополнительная литература

1. Биоинженерия растений. Основные методы: учебное пособие / М. Г. Куцев, М. В. Скапцов, И. Е. Ямских; Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. биологии и биотехнологии. - Красноярск: СФУ, 2020 (2020-11-11). - 78 с., 5.0 усл. печ. л. : ил., табл. - Библиогр.: с. 68-78. - 100 экз. - ISBN 978-5-7638-4321-7 : 214.00 р. - Изд. № 2020-11257.
2. Биомеханика: Учеб. Для сред. и высш. учебн, заведений. - М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672с. ISBN 5-305-00101
3. Микробиология: учебник для студ. Высш. учеб. Заведений/ А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – 3-е изд., испр.- М.: Издательский центр «Академия», 2009.-352 с. ISBN 978-5-7695-6632-5
4. Егорова Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 208 с.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>

Электронная библиотека Вавиловского университета - <http://sgau.ru>

Электронно-библиотечная система iPRBooks - <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронно-библиотечная система Znanium - <http://znanium.com/>

Электронные информационные ресурсы ЦНСХБ - <http://www.cnsxb.ru/>

Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

г) периодические издания

Журнал «Доклады Академии Наук»

<http://www.naukaran.com/zhurnali/katalog/doklady-ran-1>

Журнал «Биотехнология» <http://genetika.ru/journal/>

Журнал «Микробиологии эпидемиологии и иммунологии»

<https://microbiol.elpub.ru/jour/index>

Журнал «Микробиология» <https://sciencejournals.ru/journal/mikbio/>

д) базы данных и поисковые системы

<https://www.yandex.ru/>

<https://www.google.ru/>

<https://scholar.google.ru/>

е) информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- информационно-справочные системы:

<http://1000gost.ru/>

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства» «26» января 2026 года (протокол № 5).

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Саратовский государственный
университет генетики,
биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова
(ФГБОУ ВО Вавиловский университет)
Пр-кт им Петра Столыпина, зд 4, стр 3,
г. Саратов, 410012
факс: (8452) 23-47-81, тел.: 23-32-92
e-mail: rector@vavilovsar.ru

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
Вавиловский университет

_____ Д.А. Соловьев
« ____ » _____ Г.

ПРОТОКОЛ № _____
заседания экзаменационной комиссии

от « ____ » _____ Г.

Состав комиссии: (утвержден приказом № ____ -ОД от _____ 20__ г.):
_____ – д-р _____ . наук, профессор каф. « _____ » (председатель);
_____ – д-р _____ . наук, профессор каф. « _____ »;
д-р _____ наук, профессор каф. « _____ »; _____ – канд. _____ . наук,
доцент каф. « _____ »

СЛУШАЛИ: Прием кандидатского экзамена по дисциплине _____

Научная специальность 0.0.0. _____

от _____
(фамилия, имя, отчество)

На экзамене были заданы следующие вопросы: _____

ПОСТАНОВИЛИ: Считать, что _____
сдал(а) экзамен с оценкой _____

Председатель экзаменационной комиссии: Ф.И.О

Члены экзаменационной комиссии: Ф.И.О

Ф.И.О

Ф.И.О