

**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 ОИПК

/Гераскина А.А./

« 28 » января 2026 г.

Проректор по ИР

« 28 »



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Модуль	<b>БИОМЕХАНИКА И БИОИНЖЕНЕРИЯ</b>
Научная специальность	<b>1.1.10 Биомеханика и биоинженерия</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

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

  
(подпись)

**Саратов 2026**

## **1. Цель освоения модуля**

Целью освоения модуля «Биомеханика и биоинженерия» является формирование у аспирантов навыков применения законов биомеханики, генетики, а также методов биотехнологии и биоинженерии с использованием живых организмов и биологических процессов для решения научных и производственных задач.

## **2. Место модуля в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (программы аспирантуры)**

Освоение программы аспирантуры осуществляется по научной специальности **1.1.10 Биомеханика и биоинженерия** предусмотренной номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

В соответствии с учебным планом модуль **2.1.3 «Биомеханика и биоинженерия»** относится к элективным дисциплинам образовательного компонента и включает дисциплины;

### **2.1.3.1. Биомеханика**

### **2.1.3.2 Биоинженерия**

Модуль базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов при получении высшего образования (специалитет, магистратура).

Для качественного освоения модуля аспирант должен:

**знать:** основные законы физики, механики, биологии, генетики, математики и информатики применительно к живым системам; основные современные биотехнологические методы, применяемые в науке и производстве.

- **уметь:** пользоваться справочной и рекомендательной литературой; применять физические, химические и биологические законы для решения поставленных задач; осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования.

- **владеть:** основами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований при работе с живыми организмами, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; приемами использования в профессиональной деятельности современных методов обработки, методов математической статистики, моделирования и прогнозирования.

**Модуль «Биомеханика и биоинженерия»** является базовым для подготовки и сдачи кандидатского экзамена **«Биомеханика и биоинженерия»**, проведения научных исследований, подготовки публикаций, диссертации к защите.

## **3. Перечень планируемых результатов освоения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

Модуль направлен на формирование у аспирантов следующих результатов освоения:

№	Результаты освоения программы аспирантуры, формируемые в процессе изучения модуля
1	PO1 - быть готовым использовать законы биомеханики, генетики, а также методов биотехнологии и биоинженерии для решения научных и производственных задач
2	PO2 - 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	PO3 - осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования

В результате освоения модуля «Биомеханика и биоинженерия» аспирант 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 молекулярного моделирования; осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования; оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности в области биоинженерии	приемами и методами генетической инженерии, основами нанобиотехнологии и молекулярного моделирования; приемами определения биологической безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских производств; методами оценки репрезентативности материала, объема выборки 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

#### 4. Объём, структура и содержание модуля

**Общая трудоемкость модуля:** 7 зачетных единиц (252 академических часа, из них: самостоятельная работа – 84 ч., контактная работа – 168 ч. (аудиторная работа – 144 ч., контроль – 24 ч.)).

**В том числе:**

**Трудоемкость дисциплины «Биомеханика»:** 3 зачетных единицы (108 академических часов, из них: самостоятельная работа – 36 ч., контактная работа – 72 ч. (в том числе: аудиторная работа – 72 ч.)).

**Трудоемкость дисциплины «Биоинженерия»:** 3 зачетных единицы (108 академических часов, из них: самостоятельная работа – 36 ч., контактная работа – 72 ч. (в том числе: аудиторная работа – 72 ч.)).

**Трудоемкость кандидатского экзамена по модулю: 1 зачетная единица (36 академических часов, из них: самостоятельная работа – 12 ч., контроль – 24 ч.).**

**Таблица 1**

**Объем модуля «Биомеханика и биоинженерия»**

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	168					168	
<i>аудиторная работа:</i>	144					144	
лекции	72					72	
лабораторные	-					-	
практические	72					72	
<i>контроль</i>	24					24	
Самостоятельная работа	72					72	
Кандидатский экзамен – всего, в т.ч.:	36					36	
<i>самостоятельная работа</i>	12					12	
<i>контроль</i>	24					24	
Форма итогового контроля	КЭ					КЭ	

**Таблица 2**

**Объем дисциплины «Биомеханика»**

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	72					72	
<i>аудиторная работа:</i>	72					72	
лекции	36					36	
лабораторные	-					-	
практические	36					36	
Самостоятельная работа	36					36	

**Таблица 3**

**Объем дисциплины «Биоинженерия»**

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	72					72	
<i>аудиторная работа:</i>	72					72	
лекции	36					36	
лабораторные	-					-	
практические	36					36	
Самостоятельная работа	36					36	

Таблица 4

## Структура и содержание модуля

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Контактная работа			Самостоятельная работа Количество часов	Контроль знаний	
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов		Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>5 семестр</b>								
<b>Раздел 1 Биомеханика</b>								
1	<b>Биомеханика как учебная и научная дисциплина.</b> Направления развития биомеханики как науки. История развития биомеханики. Физические величины, их измерение и оценка точности и достоверности полученных результатов.	1	Л	В	4		ТК	КЛ
2	<b>Системы единиц физических величин.</b> Единицы измерений СИ и СГС, внесистемные единицы. Физические законы. Основные принципы анализа размерности.	1	ПЗ	Т	2	6	ВК	УО,ПЗ
3	<b>Пространство и время в механике Ньютона и в специальной теории относительности.</b> 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.	2	Л	Т	6		ТК	КЛ
4	<b>Линейные и угловые скорости и ускорения.</b> Формулы для нормального, тангенциального и полного ускорений точки.	2	ПЗ	Т	2	6	ТК	УО,ПЗ
5	<b>Динамика материальной точки.</b> 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.	2	Л	Т	6		ТК	КЛ
6	<b>Динамика движения материальной точки по окружности.</b> Центробежная и тангенциальная силы. Плечо и момент силы. Момент инерции. Уравнения вращательного движения точки.	3	ПЗ	Т	2	6	ТК	УО,ПЗ
7	<b>Кинематика.</b> 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.	3	Л	Т	6		ТК	КЛ

8	<b>Равномерное прямолинейное движение и его графическое представление.</b> Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение, графики.	4	ПЗ	Т	4	6	ТК	УО,ПЗ
9	<b>Свободное падение и его ускорение.</b> Деформация. Способы деформирования	4	Л	Т	4		ТК	КЛ
10	<b>Расчеты движения тел при свободном падении.</b>	5	ПЗ	Т	4		ТК	УО,ПЗ
11	<b>Механические свойства биологических тканей</b>	5	Л	Т	4		ТК	КЛ
12	<b>Биомеханика двигательного аппарата человека.</b> Биомеханические цепи. Биодинамика мышц. Особенности структуры и биомеханика мышечной ткани.	5	Л	Т	4		ТК	КЛ
13	<b>Анатомия мышц.</b> Механика мышечного сокращения. Молекулярный механизм сокращения.	6	ПЗ	Т	4		ТК	УО,ПЗ
14	<b>Биомеханика локомоций (движений) человека.</b>	6	Л	Т	6		ТК	КЛ
15	<b>Биомеханика ходьбы, бега.</b>	7	ПЗ	Т	4	6	ТК	ПО, ПЗ
16	<b>Энергетические характеристики: работа, мощность, механическая энергия, обмен энергией, энергия упругой деформации мышц.</b>	7	Л	Т	2		ТК	КЛ
17	<b>Расчеты механической работы и мощности мышц.</b>	8	ПЗ	Т	2		ТК	УО,ПЗ
18	<b>Медицинская биомеханика. Биомеханика сердца и сосудов. Гемодинамика.</b>	8	Л	Т	4		ТК	КЛ
19	<b>Биомеханика дыхания.</b>	8	ПЗ	КС	2	6	ТК	УО,ПЗ
<b>ИТОГО по разделу 1 Биомеханика</b>					72	36		

### Раздел 2 «Биоинженерия»

20	<b>Введение в биоинженерию.</b> Основные понятия и молекулярно-генетические основы биоинженерии.	9	Л	Т	2	2	ТК	КЛ
21	<b>Основные объекты и методы биотехнологии.</b> Классификация живых организмов. Вирусы. Бактерии. Грибы. Клетки растений и животных.	9	Л	Т	2	1	ТК	КЛ
22	<b>Генетическая инженерия.</b> Генно-инженерные технологии.	10	Л	Т	4	1	ТК	КЛ
23	<b>Ферменты генной инженерии, особенности их применения.</b>	10	Л	Т	2	1	ТК	КЛ
24	<b>Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК</b>	11	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО,ПЗ
25	<b>Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии.</b>	12	Л	Т	2	2	ТК	КЛ
26	<b>Этапы проектирования новых белков и ферментов.</b>	12	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
27	<b>Методы направленного мутагенеза.</b>	13	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО,ПЗ
28	<b>Клеточная инженерия.</b> Технологии получения реконструированных клеток и организмов.	14	Л	Т	4	1	ТК	КЛ
29	<b>Технологии получения реконструированных клеток и организмов.</b>	14	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
30	<b>Приемы микрохирургии клетки и предимплантационных эмбрионов.</b>	15	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ

31	Биоинженерия растений. Трансгенез.	16	Л	Т	4	2	ТК	КЛ
32	Способы получения и культивирования ES-клеток.	16	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
33	Способы получения трансгенных растений.	17	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
34	Биоинженерия животных. Клонирование эмбрионов млекопитающих.	18	Л	В	2	1	ТК	КЛ
35	Способы культивирования клеток млекопитающих. Получение эмбрионов.	18	ПЗ	Т	2	1	ТК	ПО,ПЗ
36	Способы получения трансгенных животных.	19	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
37	Биоинженерия микроорганизмов. Генетическая инженерия бактерий.	19	Л	Т	4	1	ТК	КЛ
38	Методы направленного мутагенеза.	20	ПЗ	Т	4	2	ТК	УО,ПЗ
39	Использование биоинженерии в промышленной микробиологии.	20	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
40	Биоинженерия и медицина. Тканевая биоинженерия.	21	Л	Т	2	1	ТК	КЛ
41	Биоинженерные методы в создании искусственных органов.	21	ПЗ	Т	4	2	ТК	УО,ПЗ
42	Проблемы и перспективы современной трансплантологии.	22	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО,ПЗ
43	Биоинженерия и контроль загрязнения природных сред.	22	Л	Т	4	2	ТК	КЛ
44	Генетические эффекты техногенных загрязнений.	23	Л	Т	2	1	ТК	КЛ
45	Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем.	23	Л	Т	4	2	ТК	КЛ
46	Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных.	24	ПЗ	КС	4	1	ТК	УО
<b>ИТОГО по разделу 2 «Биоинженерия»</b>					72	36		
<b>Промежуточная аттестация: кандидатский экзамен по модулю «Биомеханика и биоинженерия»</b>					36		ВыхК	КЭ
<b>ИТОГО модуль</b>					168			

### Примечание:

Условные обозначения:

**Виды аудиторной работы:** Л – лекция, ПЗ – практическое занятие.

**Формы проведения занятий:** Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме. В – лекция-визуализация, КС – круглый стол.

**Виды контроля:** ТК – текущий контроль, ВыхК – выходной контроль.

**Форма контроля:** УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, КЛ-конспект лекций.

## 5. Образовательные технологии

Организация занятий по модулю «Биомеханика и биоинженерия» проводится по видам учебной работы: лекции, практические занятия, текущий контроль.

Программа аспирантуры по научной специальности **1.1.10 Биомеханика и биоинженерия** предусматривает использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной

работой для формирования и развития навыков проведения научного исследования, умения аспирантом самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи.

Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде презентации. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с представлением результатов в письменной форме (контролируется).

Целью практических занятий является выработка практических навыков выбора и планирования проведения мелиоративных мероприятий и мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных и деградированных земель. Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде презентации. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с представлением результатов в письменной форме (контролируется).

Целью практических занятий является выработка практических навыков выбора и планирования проведения мелиоративных мероприятий и мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных и загрязненных земель.

Для достижения этих целей используются традиционные формы работы – устный и письменный опрос.

Письменный опрос способствует формированию навыка письменного представления информации по результатам собственного научного исследования.

Устный опрос способствует закреплению полученных знаний, формированию культуры ведения научного диалога.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном и групповом формате. Самостоятельная работа выполняется аспирантом на основе учебно-методических материалов модуля (приложение 2). Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в экзаменационные вопросы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля**

### **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. 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.

6. Музафаров Е.Н. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов / Е.Н. Музафаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 120с. ISBN 978-5-8114-9290-9.

б) дополнительная литература

1. Биомеханика: Учеб. Для сред. и высш. учебн, заведений. - М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672с. ISBN 5-305-00101

2. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учеб. для вузов [М.]: [ЛЕНАНД], 2015.

3. 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>

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

База данных «Агропром зарубежом» <http://polpred.com>

Электронно-библиотечная система «Айсбук» (iBooks) - <http://ibooks.ru>

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://www.e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Рукопт» - <http://rucont.ru>

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

Электронная библиотека «Отчеты по НИР» - <http://www.cnsnb.ru/>

Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/a> ) основная литература (библиотека Вавиловского университета)

г) периодические издания

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: не предусмотрено программой
- программное обеспечение:

№ п/п	Наименование раздела учебного модуля	Наименование программы	Тип программы (расчетная, обучающая, контролирующая)
1	2	3	4
1.	Все темы модуля	Microsoft Desktop Education (Microsoft Access, Microsoft Excel, Microsoft InfoPath, Microsoft OneNote, Microsoft Outlook, Microsoft Power-	вспомогательная

		Point, Microsoft Publisher, Microsoft SharePoint Workspace, Microsoft Visio Viewer, Microsoft Word)	
2	Все темы модуля	ESET NOD 32	вспомогательная

## 7. Материально-техническое обеспечение модуля

Для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации необходимы аудитории с меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест и освещенностью. Для использования медиаресурсов необходимы проектор, экран, компьютер или ноутбук, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для проведения лекционных занятий, практических занятий и контроля самостоятельной работы по модулю имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: №№ 317, С-171.

Помещение для самостоятельной работы № 53 оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 8. Оценочные материалы

Оценочные материалы, сформированные для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по модулю «Биомеханика и биоинженерия» разработаны на основании следующих документов:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями от 14.07.2022);
- Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике" от 23.08.1996 N 127-ФЗ (от 02.07.2021 № 351-ФЗ);
- Федеральные государственные требования 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), утвержденные Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 г. № 951;
- Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122.

Оценочные средства к рабочей программе модуля представлены в приложении 1 и включают в себя:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

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

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по модулю ««Биомеханика и биоинженерия»».

## **10. Методические указания для аспирантов по изучению модуля «Биомеханика и биоинженерия»**

Методические указания по изучению модуля «Биомеханика и биоинженерия» включают в себя:

1. Краткий курс лекций.
2. Методические указания для практических занятий.

*Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры  
«Технология производства и переработки  
продукции животноводства»  
«26» 2026 ( 5).*