

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» августа 2021 г. № 11

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Современные математические  
методы и программное обеспечение  
физиолого-биохимических  
процессов**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки / специальность  
06.06.01 Биологические науки

Направленность образовательной программы  
03.01.05 Физиология и биохимия растений

Квалификация (степень)  
Исследователь. Преподаватель-  
исследователь

Форма обучения  
Очная

Нижний Новгород

2021

## **1. Место дисциплины (модуля) в структуре Основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)**

Дисциплина «Современные математические методы и программное обеспечение физиолого-биохимических процессов» является общепрофессиональной дисциплиной и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре. Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. Перед изучением курса студент должен освоить дисциплины: математику, биостатистику.

## **2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями выпускников)**

### **Цель освоения дисциплины.**

Изучить специфические методы статистического анализа, теории планирования эксперимента, математического моделирования, биоинформационного анализа и компьютерные программные средства, используемые в современной биохимии и физиологии растений и животных.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:** специфические методы статистического анализа, теории планирования эксперимента, математического моделирования, биоинформационного анализа и компьютерные программные средства, используемые в современной биохимии и физиологии растений и животных;

**уметь:** применять полученные знания при проведении научных исследований в области биохимии и физиологии растений и животных;

**владеть:** навыками планирования экспериментальной деятельности, компьютерными средствами автоматизации физиолого-биохимических исследований.

### **Таблица 1**

#### **Планируемые результаты обучения по дисциплине**

<b>Код и этап формируемой компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий Базовый	<b>ЗНАТЬ:</b> современные проблемы биологии; современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии <b>УМЕТЬ:</b> ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий <b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

	навыками профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам.
<p>ПК-1: способностью к анализу фундаментальных проблем биохимических основ физиологических процессов живых систем, нарушения состояния гомеостаза для формирования конкурентоспособных идей</p> <p>Завершающий</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> актуальные проблемы биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем; методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника.</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками технологий сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем на занятиях семинарского типа (семинары), 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к экзамену.

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

Наименование дисциплины	раздела	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
			Контактная работа, часов					
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
1. Современные методы статистического анализа и особенности их использования в физиолого-биохимических исследованиях.		4		2			2	2
2. Теория планирования эксперимента		4		2			2	2

применительно к физиолого-биохимическим задачам.							
3. Основные современные методы математического моделирования в биохимии и физиологии растений.	4		2			2	2
4. Элементы биоинформационного подхода в биохимии. Работа с базами данных.	8		4			4	4
5. Общие и специальные пакеты компьютерных прикладных программ для физиологии и биохимии	8		4			4	4
6. Программы распознавания образов и их применение в физиолого-биохимических исследованиях	4		2			2	2
7. Компьютерные средства автоматизации физиолого-биохимических исследований.	4		2			2	2
<i>В т.ч. текущий контроль 2</i>							
<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>							

**Таблица 3**

**Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Современные методы статистического анализа и особенности их использования в физиолого-биохимических исследованиях.	Понятие статистической выборки. Статистические характеристики выборки. Параметрические и непараметрические критерии. Пакеты Excel, Statistica, Biostat для статобработки результатов.	Семинар	Обсуждение презентаций: -статистические выборки; -параметрические и непараметрические критерии.
2	Теория планирования эксперимента применительно к физиолого-биохимическим задачам.	Понятие математической теории планирования эксперимента. Линейное программирование и оптимизация.	Семинар	Доклады по теме раздела и их обсуждение

3	Основные современные методы математического моделирования в биохимии и физиологии растений.	Понятие математического моделирования и его виды. Использование программного продукта MathLab для моделирования динамических процессов.	Семинар	Доклады по теме раздела и их обсуждение
4	Элементы биоинформационного подхода в биохимии. Работа с базами данных.	Понятие биоинформатики. Базы данных по структуре биомолекул. Программы, используемые для анализа массивов в биоинформатике.	Семинар	Доклады по теме раздела и их обсуждение
5	Прикладные пакеты компьютерных программ для физиологии и биохимии.	Программы распознавания образов и их применение в физиолого-биохимических исследованиях.	Семинар	Доклады по теме раздела и их обсуждение

#### 4. Образовательные технологии

Семинарские занятия с расширенным обсуждением темы занятий, разбором конкретных ситуаций, решением задач и упражнений с использованием мультимедиа. Самостоятельная работа аспирантов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет, а так же подготовка обучающимися докладов.

#### 5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Посещаемость занятий, решение домашних заданий, участие в опросе и обсуждениях, выполнение заданий на занятиях.

#### 6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

##### 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведено в приложении 1.

##### 6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Аттестация в форме устного экзамена

##### Критерии оценок

Отлично	Отсутствие замечаний при решении конкретных задач, упражнений, освоения практических методов. Умение логично и правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос, умение анализировать и
---------	--

	делать выводы в ответах при разработки ситуационных задач и устном опросе на экзамене.
<b>Хорошо</b>	Незначительные недочеты (3-4) либо один грубый недочет при решении конкретных задач, упражнений, освоения практических методов. Разработка конкретных задач с рядом небольших ошибок (3-4) при анализе литературы и формулировке выводов. Ответ на экзамене в целом верный, с рядом замечаний.
<b>Удовлетворительно</b>	Несколько грубых недочетов при решении конкретных задач, упражнений, освоения практических методов. Ситуационные задачи разобраны с существенными ошибками, анализ и формулировка выводов отсутствуют, либо требуется помощь преподавателя.. В ходе устного экзамена ответ с ошибками.
<b>Неудовлетворительно</b>	Ответ неполный, с ошибками, нелогично изложен. Аспирант не способен решать конкретные задачи, упражнения, делать выводы, не освоены практические методы. Отсутствует удовлетворительный ответ на экзамене.
<b>Плохо</b>	Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытаний.

### **6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.**

**Темы докладов на семинарских занятиях:**

#### **Раздел 2. Теория планирования эксперимента применительно к физиолого-биохимическим задачам.**

1. Основные понятия теории планирования эксперимента.
2. Использование теории планирования эксперимента при проведении физиолого-биохимических исследований

#### **Раздел 3. Современные методы математического моделирования в биохимии и физиологии растений.**

1. Принципы построения и анализа динамических моделей биохимических процессов
2. Математические модели ферментативных реакций, гликолиза и фотосинтеза

#### **Раздел 4. Элементы биоинформационного подхода в биохимии. Работа с базами данных в глобальной сети.**

1. Биоинформатика и ее роль в современных физиолого-биохимических исследованиях
2. Основные базы данных по первичной структуре белков и пакеты программ для их анализа.

## **Раздел 5. Прикладные пакеты компьютерных программ для биохимии и физиологии.**

1. Принципы компьютерного распознавания образов
2. Программы для сканирования и анализа хроматограмм и электрофореграмм

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия вариационной статистики. Параметрические и непараметрические методы статистического анализа выборок
2. Особенности применения вариационной статистики для анализа результатов физиолого-биохимических исследований.
3. Основные понятия математической теории планирования эксперимента.
4. Применение математической теории планирования эксперимента в физиолого-биохимических исследованиях.
5. Принципы построения и анализа динамических моделей биохимических процессов
6. Математические модели ферментативных реакций, гликолиза и фотосинтеза
7. Общие сведения о биоинформатике
8. Базы данных по структуре белков и нуклеиновых кислот, программы для их анализа.
9. Основные принципы компьютерного распознавания образов.
10. Компьютерный анализ хроматограмм и электрофореграмм в биохимии

По решению преподавателя для оценки знаний по компетенциям курса могут использоваться тесты (*полный перечень заданий приводится в приложении 2 ФОС*).

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 12.02.2014 №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Динамические системы и модели в биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111928.html>
- Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica [Электронный ресурс] / Трухачёва Н.В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>

б) дополнительная литература:

1. Оптимальное управление биологическими сообществами [Электронный ресурс] / Андреева Е.А. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261008804.html>
2. Наглядная статистика. Используем R! [Электронный ресурс] / А.Б. Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова, А.И. Коробейников, С.А. Назарова, С.В. Петров, В.Г. Суфиянов. - М. : ДМК Пресс, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940748281.html>

Интернет-ресурсы

Электронные библиотеки (Znanium.com, «ЭБС Консультант студента», «Лань»)  
Научная российская электронная библиотека elibrary.ru  
Научные базы данных Scopus, Web of Science, BioMed Central  
Периодика онлайн (Elsevier, Springer)  
DOAJ-Direktory of Open Access Journals  
PLOS-Publik Library of Science

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – доска, проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

Автор \_\_\_\_\_ Стручкова И.В.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_ Сухов В.С.

И.о. заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Брилкина А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института ИББМ от 30 августа 2021 года, протокол №1.



**Карта компетенций, в формировании которой участвует дисциплина**

ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

Планируемые результаты обучения*	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)					
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками использования современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков использования современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий	В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение использования современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий	Успешное и систематическое применение использования современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно- исследовательских и производственно- технологических работ по утвержденным формам	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно- исследовательских и производственно- технологических работ по утвержденным формам	В целом успешное, но не систематическое применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно- исследовательских и производственно- технологических работ по утвержденным формам	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно- исследовательских и производственно- технологических работ по утвержденным формам	Успешное и систематическое применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно- исследовательских и производственно- технологических работ по утвержденным формам

УМЕТЬ: ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	Отсутствие умений	Частично освоенное умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	В целом успешное, но не систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	Успешное и систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий
ЗНАТЬ: современные проблемы биологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных проблем биологии	Неполные знания современных проблем биологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных проблем биологии	Сформированные и систематические знания современных проблем биологии
ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Неполные знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

**ПК-1:** способностью к анализу фундаментальных проблем биохимических основ физиологических процессов живых систем, нарушения состояния гомеостаза для формирования конкурентоспособных идей.

	Критерии оценивания результатов обучения
--	--

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	1	2	3	4	5
ВЛАДЕТЬ: навыками технологий сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	В целом успешное, но не систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Успешное и систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования
ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач
УМЕТЬ: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	Отсутствия умений	Частично освоенное умение выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	Сформированное умение выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах
УМЕТЬ: критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	Отсутствия умений	Частично освоенное умение критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	Сформированное умение критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника

ЗНАТЬ: актуальные проблемы биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных направлений и , проблем биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем	Общие, но не структурированные знания актуальных проблем биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания актуальных направлений, проблем биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем	Сформированные систематические знания актуальных направлений, проблем биохимии, молекулярной биологии и физиологии живых систем
ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач