

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института**

**Прохорчук Егор Борисович**

**Доктор биологических наук,**

**Член-корреспондент**

**Российской академии наук**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.2.О.У.03 Учебная практика (Анализ биологических изображений)**

**для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета**

**по направлению подготовки (специальности)**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология**

**направленность (профиль)**

**Биомедицина**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.2.О.У.03 Учебная практика (Анализ биологических изображений) (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Биомедицина.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
---	---------------------------	------------------------------	-----------	--------------	---------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
---	---------------------------	------------------------------	-----------	--------------	---------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. No 675 рук;
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

#### **1.1.1. Цель.**

Получение обучающимися теоретической и практической подготовки, направленной на формирование умений по использованию современных инструментов и методов анализа биологических изображений.

#### **1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:**

- Формирование навыков применения методов анализа изображений для решения конкретных задач, таких как идентификация клеток, анализ морфологии, изучение взаимодействия между биологическими структурами и другие.
- Изучение теоретических основ и принципов обработки изображений, получаемых в ходе медико-биологических исследований.
- Изучение особенностей работы с различными алгоритмами, а также программными и аппаратными средствами, используемыми для анализа биологических изображений.

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Учебная практика (Анализ биологических изображений)» изучается в 7 семестре (ах) и относится к обязательной части блока Б.2 практика. Является Учебная практика.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Основы клеточной биологии; Органическая химия; Молекулярная биология; Клеточная патология; Теория вероятности и математическая статистика; Биоинформатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Математическая биология; Алгоритмы биоинформатики.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика , НИР; Технологическая практика (специализация).

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 7

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
<b>ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности</b>	
ОПК-2.ИД2 Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> Базовые манипуляции с лабораторными объектами, биоэтические принципы работы с биологическими объектами. Подходы к анализу информации полученной с использованием модельных объектов.
	<b>Уметь:</b> Систематизировать теоретические знания, планировать эксперимент, аргументировать необходимость проведения эксперимента с использованием модельных объектов.
	<b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Планирование и проведение экспериментальных процедур, подготовка протокола исследования, формирование отчета по результатам исследования.

## 2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			7
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		44	44
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		44	44
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		48	48
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		48	48
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		4	4
Зачет (3)		4	4
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	3.00	3.00

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

7 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
<b>Раздел 1. Анализ биологических изображений</b>			
1	ОПК-2.ИД2	Тема 1. Анализ биологических изображений	Способы получения изображения. Устройство микроскопа, камеры. Цифровое представление изображения, форматы файлов. Методы анализа изображений: морфометрия, колориметрия, фотометрия. Работа с программой ImageJ (Fiji). Основы работы с изображениями: обработка, выделение областей интереса (ROI), работа с многоканальными изображениями. Операции с гистограммами, фильтрация. Алгоритмы сегментации изображений. Операции с бинарными изображениями. Работа со стеками изображений и монтаж нескольких полей зрения в панораму. Автоматизация анализа изображений – создание макросов и плагинов. Введение в машинное обучение: виды, задачи, метрики оценки точности моделей. Анализ данных с применением машинного обучения на примере набора данных. Сверточные нейронные сети и их использование для создания моделей машинного обучения.

#### 3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

#### 4. Тематический план дисциплины.

##### 4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п /п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации
					КП
1	2	3	4	5	6
7 семестр					
Раздел 1. Анализ биологических изображений					
Тема 1. Анализ биологических изображений					
1	ЛПЗ	О курсе. Способы получения изображения. Микроскоп, камеры. Получение цветных изображений. Правильный выбор яркости света/выдержки /усиления/биннинга. Соотношение сигнал/шум. Дисторсии. Аберрации. Цифровое представление изображений. Форматы файлов.	4	Д	1
2	ЛПЗ	Методы анализа изображений: морфометрия, колориметрия, фотометрия. Работа с программой ImageJ (Fiji). Установка программы. Основные возможности программы: поддерживаемые форматы, импорт и экспорт файлов, смена масштаба изображения и т.д.	4	Д	1



3	ЛПЗ	Понятие области интереса (ROI). Основы работы с изображениями: обработка, выделение, работа с многоканальными изображениями. Динамический диапазон, частота дискретизации.	4	Д	1
4	ЛПЗ	Базовые операции с полутоновыми изображениями. Операции с гистограммами (яркость /контраст, гамма-коррекция), фильтрация.	4	Д	1
5	ЛПЗ	Сегментация изображений, алгоритмы сегментации. Операции с бинарными изображениями.	4	Д	1
6	ЛПЗ	Пространственная деконволюция. Количественное восстановление контрастности изображения. Функция рассеяния единичного источника света (PSF). Работа со стеками изображений. Монтаж нескольких полей зрения в панораму.	4	Д	1
7	ЛПЗ	Автоматизация анализа изображений, использование дополнительных возможностей программы, создание макросов и плагинов. Часть 1.	4	Д	1

8	ЛПЗ	Автоматизация анализа изображений, использование дополнительных возможностей программы, создание макросов и плагинов. Часть 2.	4	Д	1
9	ЛПЗ	Введение в машинное обучение, история развития методов. Обучение с учителем, без учителя, с подкреплением. Задачи машинного обучения (кластеризация, классификация, регрессия). Библиотека scikit-learn.	4	Д	1
10	ЛПЗ	Модели машинного обучения. Метрики оценки точности моделей. Анализ данных с применением машинного обучения на примере набора данных.	4	Д	1
11	ЛПЗ	Использование свёрточных нейронных сетей для создания моделей распознавания биомедицинских изображений.	4	Д	1

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие

#### 4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

7 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос устный



## 5. Структура рейтинга по дисциплине

### 5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

7 семестр

Виды занятий	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	Кол-во контролей	Макс. кол- во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам ***				
				ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Сумма баллов за семестр			0					

### 5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 7 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	0

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

**7 семестр**

### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта**

1. Устройство микроскопа, способы получения изображений с помощью микроскопа. Как правильно выбрать параметры яркости света, выдержки, усиления и биннинга?
2. Что такое соотношение сигнал/шум, и как оно влияет на качество изображения? Какие дисторсии и аберрации могут возникать при получении изображений?
3. Как устроено цифровое представление изображений и какие форматы файлов наиболее распространены? Что такое соотношение сигнал/шум и как оно влияет на качество изображения?
4. Что такое морфометрия, колориметрия и фотометрия в контексте анализа изображений?
5. Что такое область интереса (ROI) и как она используется в анализе изображений? Какие операции обработки изображений можно реализовать в программе ImageJ?
6. Что такое сегментация изображений и для чего она нужна? Алгоритмы сегментации изображений.
7. Что такое пространственная деконволюция и для чего она нужна? Что такое функция рассеяния единичного источника света (PSF)?
8. Как работать со стеками изображений и создавать панорамы из нескольких полей зрения?
9. Макросы и плагины. Как создавать макросы и плагины в ImageJ?
10. Машинное обучение. Обучение с учителем, без учителя, с подкреплением.
11. Машинное обучение. Задачи машинного обучения (кластеризация, классификация, регрессия).

12. Машинное обучение. Метрики оценки точности моделей.
13. Сверточные нейронные сети, принцип работы. Преимущества СНС.

### **Зачетный билет для проведения зачёта**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет  
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

**Зачетный билет № \_\_\_\_\_**

для проведения зачета по дисциплине Б.2.О.У.03 Учебная практика (Анализ  
биологических изображений)  
по программе Специалитета  
по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная  
биология  
направленность (профиль) Биомедицина

1. Устройство микроскопа, способы получения изображений с помощью микроскопа.  
Как правильно выбрать параметры яркости света, выдержки, усиления и биннинга.
2. Что такое соотношение сигнал/шум, и как оно влияет на качество изображения?  
Какие дисторсии и аберрации могут возникать при получении изображений.

Заведующий Кухарский Михаил Сергеевич  
Кафедра общей и клеточной биологии МБФ

## **7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины**

**Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен**

Изучить теоретический материал по конспекту лекций, учебникам, учебным пособиям, электронным образовательным ресурсам.

Подготовиться к ответам на вопросы по заданной теме.

Выполнить письменную работу.

### **При подготовке к зачету необходимо**

Обучающемуся следует изучить учебный материал по темам и (или) разделам дисциплины, включенным в данный рубежный контроль.

## **8. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень литературы по дисциплине:**

<b>№ п /п</b>	<b>Наименование, автор, год и место издания</b>	<b>Используется при изучении разделов</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>	<b>Электронный адрес ресурсов</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Иммунофлюоресценция, Кубица Ю. Ф., 1968	Анализ биологических изображений	3	
2	2007. Флюоресцентные методы исследования в медицинской практике. Т. 123, №1, Лихванцева В. Г., Осипова Е. А., 2007	Анализ биологических изображений	0	

### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <http://www.elibrary.ru>

### **8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)**

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением



#### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Стол , Ноутбук , Экран для проектора , Стулья , Проектор мультимедийный , Микроскопы
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе

дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

\_\_\_\_\_

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) \_\_\_\_\_ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « \_\_\_\_\_ » на \_\_\_\_\_ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_).

Заведующий \_\_\_\_\_ кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)  
\_\_\_\_\_ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Контроль присутствия	Присутствие	КП

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА