

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

---



Согласовано  
Декан ФЕН  
Резников В.А.

*подпись*  
« 17 » августа 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

направление подготовки: 06.04.01 Биология

направленность (профиль): Биология

Форма обучения: очная

Разработчики:

к.б.н., доцент Афонников Д.А.

к.б.н., ассистент Зубаирова У.С.

Зав.каф. информационной биологии  
академик РАН, Колчанов Н.А.

Руководитель программы:

д.б.н., профессор Рубцов Н.Б.

Новосибирск, 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы.....	5
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	8
Приложение 1 Аннотация по дисциплине	
Приложение 2 Оценочные средства по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p><b>УК-1.1.</b> Выявляет проблемную ситуацию, определяет этапы ее разрешения</p>	<p>владеет методами улучшения качества, выделения объектов, их геометрических характеристик, знает основные биологические задачи, для которых применяется анализ изображений, знает основы цифрового представления изображений, их форматы</p>
	<p><b>УК-1.2.</b> Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.</p>	<p>владеет методами статистического анализа результатов обработки изображений</p>
	<p><b>УК-1.3.</b> Рассматривает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и разрабатывает стратегию действий</p>	<p>умеет работать с данными цифровых изображений в различных форматах, умеет применять алгоритмы улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении, оценки их формы,</p>
<p><b>ПК-4.</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области биологии, охраны окружающей среды или смежных с биологией науках.</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.</p>	<p>умеет анализировать результаты цифровой обработки изображений и интерпретировать их для решения биологических задач; владеет современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации</p>
	<p><b>ПК-4.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы полученных результатов.</p>	<p>знает методические основы проектирования и выполнения биологических исследований с использованием</p>

		современной микроскопической техники и вычислительных комплексов с современным научным программным обеспечением; владеет приемами планирования и проведения биологических исследований с использованием современной микроскопической техники и вычислительных комплексов
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины

### Анализ биологических изображений:

- Введение в информационную биологию;
- Физика
- Практикум по физической оптике.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо для освоения дисциплины

### Анализ биологических изображений:

- при подготовке магистерской диссертации.

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр - экзамен

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, ч	20
2	Практические занятия, ч	32
3	Лабораторные занятия, ч	
4	Занятия в контактной форме, ч из них	54
5	из них аудиторных занятий, ч	52
6	в электронной форме, ч	
7	консультаций, час.	
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	54
10	Всего, ч	108

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 2 семестр Лекции (20 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Раздел 1 Основы цифрового представления изображений. Методы улучшения изображений.	
1. Основы цифрового представления изображений.	1
2. Методы улучшения изображений.	3
Раздел 2 Основные форматы и программы для анализа биологических изображений	
1. Основные форматы и программы для анализа биологических изображений	4
Раздел 3 Задача выделения объектов на изображении (серии изображений)	
1. Выделение объектов на изображении (серии изображений)	4
2. Определение геометрических свойств объектов на изображении (серии изображений), определение связей между объектами	4
Раздел 4 Систематизация данных, полученных в результате анализа изображения (серии изображений)	
1. Систематизация данных, полученных в результате анализа изображения (серии изображений)	4

##### Практические занятия (32 ч)

Содержание практического занятия	Объем, час
Практическое занятие по разделу 1	4
Практическое занятие по разделу 2	8
Практическое занятие по разделу 3	8
Практическое занятие по разделу 4	8
Семинар по защите курсовых проектов	4

##### Самостоятельная работа студентов (54 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	37
Подготовка курсовой работы	8
Подготовка презентации доклада курсовой работы	4
Подготовка к экзамену	5

#### 5. Перечень учебной литературы

##### 5.1 Основная литература

1. Гонсалес, Р., & Вудс, Р. (2005). Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 1072, 2.
2. Гонсалес, Р., Вудс, Р., & Эддинс, С. (2006). Обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера.

##### 5.2 Дополнительная литература

4. Fiorani, F., & Schurr, U. (2013). Futurescenariosforplantphenotyping. Annual review of plant biology, 64, 267-291.
5. Meijering, E., Carpenter, A. E., Peng, H., Hamprecht, F. A., & Olivo-Marin, J. C. (2016). Imagining the future of bioimage analysis. Nature biotechnology, 34(12), 1250.
6. Meijering, E. (2012). Cell segmentation: 50 years down the road [life sciences]. IEEE Signal Processing Magazine, 29(5), 140-145.

7. Sailem, H. Z., Cooper, S., & Bakal, C. (2016). Visualizing quantitative microscopy data: History and challenges. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, 51(2), 96-101.
8. Bassel, G. W., & Smith, R. S. (2016). Quantifying morphogenesis in plants in 4D. *Current opinion in plant biology*, 29, 87-94.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

нет

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Plantimageanalysis[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.plant-image-analysis.org/">http://www.plant-image-analysis.org/</a> . – Загл. с экрана	Информационный ресурс о программных инструментах для анализа изображений растений
2	ImageJ[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://imagej.net/">https://imagej.net/</a> . – Загл. с экрана	Информационный ресурс (дискуссионный форум) о методах биологических анализа изображений

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту, социальные сети.

### **7.1 Современные профессиональные базы данных:**

1. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II. – выбрать нужные
2. БД Scopus (Elsevier)
3. БД «Медицина. Здравоохранение. (ВПО) ЭБС «Консультант студента»»

### **7.2. Информационные справочные системы**

4. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
5. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
6. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции – указать конкретные коллекции)
7. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
8. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru
9. Правовая БД «Консультант Плюс»
10. Правовая БД «Гарант»

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1 Перечень программного обеспечения

регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

### 8.2. Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины

№	Наименование ПО	Назначение
	ImageJ	программа с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений
	Mathlab	
	Mathematica	

### 8.2 Информационные справочные системы

11. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

12. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)

13. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции – указать конкретные коллекции)

14. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

15. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II. – выбрать нужные

16. БД Scopus (Elsevier)

17. БД «Медицина. Здоровоохранение. (ВПО) ЭБС «Консультант студента»»

18. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru

19. Правовая БД «Консультант Плюс»

20. Правовая БД «Гарант»

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины **Анализ биологических изображений** используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень результатов обучения по дисциплине **Анализ биологических изображений** и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **Текущий контроль успеваемости:**

Текущая аттестация по дисциплине «Анализ биологических изображений» осуществляется на практических занятиях на основании защиты результатов проведенной работы по основным разделам дисциплины. В ходе обучения студенты объединяются в группы по 2-3 человека. Каждая группа должна подготовить презентации докладов по каждому разделу самостоятельной работы и публично выступить с ними, защищая полученные результаты в ходе обсуждения. По результатам защиты выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» является одним из условий допуска к прохождению промежуточной (итоговой) аттестации. Для получения оценки «зачтено» презентация и доклад на каждую тему, соответствующую разделам дисциплины в каждом семестре, должна быть выполнена и защищена в полном соответствии с предъявляемыми требованиями.

#### **Промежуточная аттестация:**

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится по завершению каждого периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине включает 2 этапа:

- 1) написание и защиту курсовой работы;
- 2) зачет/экзамен.

Выполнение и защита курсовой работы в полном соответствии с предъявляемыми требованиями к ее содержанию и срокам защиты (оценка «зачтено») является необходимым условием допуска к экзамену. Результаты промежуточной (итоговой) аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

#### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Анализ биологических изображений**

Таблица 10.1

<b>Код компетенции</b>	<b>Индикатор</b>	<b>Результат обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочное средство</b>
------------------------	------------------	---	---------------------------



<b>УК-1</b>	<b>УК-1.1.</b> Выявляет проблемную ситуацию, определяет этапы ее разрешения	владеет методами улучшения качества, выделения объектов, их геометрических характеристик, знает основные биологические задачи, для которых применяется анализ изображений, знает основы цифрового представления изображений, их форматы	Курсовая работа Экзамен
	<b>УК-1.2.</b> Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.	владеет методами статистического анализа результатов обработки изображений	Курсовая работа Экзамен
	<b>УК-1.3.</b> Рассматривает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и разрабатывает стратегию действий	умеет работать с данными цифровых изображений в различных форматах, умеет применять алгоритмы улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении, оценки их формы,	Курсовая работа Экзамен
<b>ПК-4</b>	<b>ПК-4.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	умеет анализировать результаты цифровой обработки изображений и интерпретировать их для решения биологических задач; владеет современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации	Курсовая работа Экзамен
	<b>ПК-4.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы полученных результатов.	знает методические основы проектирования и выполнения биологических исследований с использованием современной микроскопической	Курсовая работа

	<p>техники и вычислительных комплексов с современным научным программным обеспечением; владеет приемами планирования и проведения биологических исследований с использованием современной микроскопической техники и вычислительных комплексов</p>	
--	--	--

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><b><u>Курсовая работа</u></b>  – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники,  – корректность и адекватность выбранных методов анализа изображений и их интерпретации,  – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала,  – точность и корректность применения терминов и понятий,  – полнота раскрытия темы.  В докладе обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p><b><u>Экзамен:</u></b>  – владение теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники,  – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении, а также при формулировке собственных суждений,  – точность и корректность применения терминов и понятий,  – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.  При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	<p><i>Отлично</i></p>
<p><b><u>Курсовая работа</u></b>  – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники,  – неполнота реализации выбранных методов анализа изображений и их интерпретации,  – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений,  – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии</p>	<p><i>Хорошо</i></p>

<p>незначительных ошибок, – полнота раскрытия темы.</p> <p><b>Экзамен:</b></p> <p>– обособанность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных моментов, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.</p>	
<p><b>Курсовая работа</b></p> <p>– теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – неосознанность и неосновательность выбранных методов анализа изображений и их интерпретации, – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – фрагментарность раскрытия темы.</p> <p><b>Экзамен:</b></p> <p>– теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении исторических процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий исторической науки, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p> <p>0</p>
<p><b>Курсовая работа</b></p> <p>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники, – отсутствие анализа изображения и его интерпретации, – компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – фрагментарность раскрытия темы. – неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе семинарского занятия.</p> <p><b>Экзамен:</b></p> <p>– фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы.	
---	--

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

**Форма и перечень вопросов экзаменационного билета**

Тематика экзаменационных вопросов и заданий экзамена носит комплексный характер, т.к. включает вопросы ситуационно-производственного, практического, а также научно-исследовательского содержания, и включает следующие темы (разделы):

1. Основы цифрового представления изображений.
2. Методы улучшения изображений. Фильтрация. Модели шума.
3. Алгоритмы сегментации изображений.
4. Форматы биологических изображений. Фазово-контрастная микроскопия. Флуоресцентная микроскопия.
5. Программы для анализа биологических изображений.
6. Задача построения 3D-структуры растений (корень, побег)
7. Задача сегментации клеток/ядер растительной ткани. Реконструкция клеточной архитектуры растительной ткани.
8. Задача распознавания и трекинга животных клеток.

**Перечень вопросов экзамена**

- Вопрос 1. Основные понятия цифрового представления изображений
- Вопрос 2. Основные стадии цифровой обработки изображений
- Вопрос 3. Математический аппарат, применяемый в цифровой обработке изображений
- Вопрос 5. Форматы представления цифровых изображений
- Вопрос 6. Основные модели шумов
- Вопрос 7. Фильтрация изображений
- Вопрос 8. Основные операции математической морфологии.
- Вопрос 9. Морфологическая обработка бинарных и полутоновых изображений
- Вопрос 10. Коррекция цвета на изображениях
- Вопрос 11. Алгоритмы обнаружения объектов на изображении (точки, линии).
- Вопрос 12. Сегментация по морфологическим водоразделам
- Вопрос 13. Цветовые модели изображений.
- Вопрос 14. Разрешение изображения, глубина цвета.
- Вопрос 15. Растровые и векторные данные.
- Вопрос 16. Способы описания геометрической формы объектов на изображении
- Вопрос 17. Арифметические операции над изображениями.
- Вопрос 18. Способы визуализации данных, полученных в результате анализа биологических изображений
- Вопрос 19. Биологические задачи цифровой обработки изображений, междисциплинарность
- Вопрос 20. Форматы представления цифровых биологических изображений
- Вопрос 21. Принципы формирования изображения в современных оптических микроскопах.
- Вопрос 22. Фазово-контрастная микроскопия: принципы работы, теоретические основы получения изображения

Вопрос 23. Флуоресцентная микроскопия: принципы работы, теоретические основы получения изображения.

Вопрос 24. Теоретические основы получения изображения с помощью конфокальной микроскопии.

Вопрос 25. Библиотека OpenCV: архитектура, возможности, ключевые концепции.

Вопрос 26. Принципы обработки изображений в системах Matlab, Mathematica

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Анализ биологических изображений»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного