

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 Богомолов А.Г.

к.б.н., ассистент Комышев Е.Г.

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>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1. Выявляет проблемную ситуацию, определяет этапы ее разрешения</p> <p>УК-1.2. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и разрабатывает стратегию действий</p>	<p>владеет методами улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении и вычисления их признаков, классификации объектов</p> <p>знает стандартные биологические задачи, для которых применяется анализ изображений, знает основы цифрового представления изображений, форматы изображений и цветовые модели</p> <p>владеет методами статистического анализа результатов обработки изображений</p> <p>умеет работать с цифровыми изображениями в различных форматах, умеет применять алгоритмы улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении, извлечение признаков (дескрипторов) объектов, классификации объектов</p>
<p>ПК-4. 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>ПК-4.1. 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;</p> <p>владеет современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации</p>

	ПК-4.2. Определяет возможные направления развития и перспективы результатов.	Определяет направления работ и полученных результатов.	знает методические основы планирования и выполнения биологических исследований с использованием современной микроскопической техники и вычислительных комплексов с научным программным обеспечением
--	---	--	--

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины
Анализ биологических изображений:

- Введение в информационную биологию;
- Информационные технологии и языки программирования I.

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	56
5	из них аудиторных занятий, ч	52
6	в электронной форме, ч	
7	консультаций, час.	2
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	52
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.	
1 Основы цифрового представления изображений. Цветовые модели и форматы изображений в биологии.	2
2. Формирование изображений биологических объектов	2
3. Знакомство с программой ImageJ	1
Раздел 2. Предобработка изображений	
1. Методы улучшения изображений	2
2. Фильтрация. Модели шума.	2
Раздел 3. Задача выделения объектов на изображении	
1. Методы сегментации изображений	2
2. Морфологические операции	2
3. Методы построения масок объектов. Исключение ложных объектов.	1
Раздел 4. Дескрипторы объектов/Изображений	
Раздел 5. Классификация объектов	
Раздел 6. Систематизация данных, полученных в результате анализа изображения (серии изображений)	2

Практические занятия (32 ч)

Содержание практического занятия	Объем, час
Практическое занятие по разделу 1	4
Практическое занятие по разделу 2	6
Практическое занятие по разделу 3	6
Практическое занятие по разделу 4	3
Практическое занятие по разделу 5	6
Практическое занятие по разделу 6	3
Семинар по защите курсовых проектов	4

Самостоятельная работа студентов (52 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	37
Подготовка курсовой работы	8
Подготовка презентации доклада курсовой работы	2
Подготовка к экзамену	5

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2012 – 1104 с.
2. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики. М.: Радио и связь. 2012 – 424 с.

3. Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 608 с.
4. Шапиро Л. Стокман Д. Компьютерное зрение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 752 с.
5. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2007 – 584 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Badawi, A. M., Hasan, K. G., Aly, E. E., & Messiha, R. A. (2003, December). Chromosomes classification based on neural networks, fuzzy rule based, and template matching classifiers. In *2003 46th Midwest Symposium on Circuits and Systems* (Vol. 1, pp. 383-387). IEEE.
2. Durmaz, A. A., Karaca, E., Demkow, U., Toruner, G., Schoumans, J., & Cogulu, O. (2015). Evolution of genetic techniques: past, present, and beyond. *BioMed research international*, 2015.
3. Ghaye, J., Kamat, M. A., Corbino-Giunta, L., Silacci, P., Vergeres, G., De Micheli, G., & Carrara, S. (2013). Image thresholding techniques for localization of sub-resolution fluorescent biomarkers. *Cytometry part a*, 83(11), 1001-1016.
4. Markou, C., Maramis, C., Delopoulos, A., Daiou, C., & Lambropoulos, A. (2012). Automatic chromosome classification using support vector machines. *Google Scholar*, 1-24.
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. Montazerinezhad, S., Emamjomeh, A., & Hajieghrari, B. (2020). Chromosomal abnormality, laboratory techniques, tools and databases in molecular Cytogenetics. *Molecular Biology Reports*, 1-19.
8. 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.
9. Uchida, S. (2013). Image processing and recognition for biological images. *Development, growth & differentiation*, 55(4), 523-549.

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	ImageJ[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://imagej.net/ . – Загл. с экрана	Описание программы, ее плагинов и методов анализа изображений
2	Interactive Java Tutorials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/java/	Содержит демонстративные материалы (Java программы) для понимания формирования микроскопических изображений и их обработки

3	HIPR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hipr_top.htm	Электронный ресурс посвященный цифровой обработке 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:

БД Scopus (Elsevier)

7.2 Информационные справочные системы

1. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru
2. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

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

8.1 Перечень программного обеспечения

Браузер для выхода в Интернет (Google Chrome), программа для работы с презентациями (OpenOffice или MS PowerPoint), Acrobat Reader, Idle

8.2. Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины

№	Наименование ПО	Назначение
1	ImageJ	программа с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений
2	OPenCV	библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом (реализация для Python)
3	Numpy	библиотека Python с открытым исходным кодом для работы с многомерными массивами
4	Matplotlib	библиотека на языке программирования Python для визуализации данных двумерной графикой
5	Scikit-image	библиотека обработки изображений с открытым исходным кодом для языка программирования Python

8.2 Информационные справочные системы

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
2. БД Scopus (Elsevier)
3. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru

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 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 результатов выполнения практических заданий.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится по завершению каждого периода ее освоения (семестра). Аттестация включает 2 этапа: защита курсовой работы и экзамен.

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.

Допуск к экзамену (Зачет/Незачет) формируется на основе посещения лекционных/практических занятий и результатов защиты курсовой работы.

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

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1	УК-1.1. Выявляет проблемную ситуацию, определяет этапы ее разрешения	владеет методами улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении и вычисления их признаков, классификации объектов знает стандартные биологические задачи, для которых применяется анализ изображений, знает основы цифрового представления изображений, форматы изображений и цветовые модели	Курсовая работа Экзамен
	УК-1.2. 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
	УК-1.3. Рассматривает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и разрабатывает стратегию действий	умеет работать с цифровыми изображениями в различных форматах, умеет применять алгоритмы улучшения качества изображений, выделения объектов на изображении, извлечение признаков (дескрипторов) объектов, классификации объектов	Курсовая работа Экзамен
ПК-4	ПК-4.1. 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	Курсовая работа Экзамен

		биологической информации	
	ПК-4.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы полученных результатов.	знает методические основы планирования и выполнения биологических исследований с использованием современной микроскопической техники и вычислительных комплексов с научным программным обеспечением	Курсовая работа

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Курсовая работа</u> – 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><u>Посещаемость:</u> Обучающий посетил более 70% занятий</p> <p><u>Экзамен:</u> – владение теоретическим и фактическим материалом – 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>	<i>Отлично</i>
<p><u>Курсовая работа</u> – 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 незначительных ошибок, – полнота раскрытия темы.</p> <p><u>Посещаемость:</u> Обучающий посетил более 70% занятий</p>	<i>Хорошо</i>

<p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом – 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><u>Курсовая работа</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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><u>Посещаемость:</u></p> <p>Обучающий посетил более 50% занятий</p> <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><u>Курсовая работа</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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><u>Посещаемость:</u></p> <p>Обучающий посетил менее 50% занятий</p> <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

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. Формирование (регистрация) изображения на примере одного из видов микроскопии.
3. Методы улучшения изображений. Фильтрация. Модели шума.
4. Алгоритмы сегментации изображений.
5. Построение масок объектов.
6. Дескрипторы объектов/изображений
7. Морфологические операции
8. Алгоритмы классификации объектов.

Перечень вопросов экзамена

- Вопрос 1. Основные понятия цифрового представления изображений
- Вопрос 2. Основные стадии цифровой обработки изображений
- Вопрос 3. Принципы формирования изображения в современных оптических микроскопах.
- Вопрос 4. Фазово-контрастная микроскопия: принципы работы, теоретические основы получения изображения
- Вопрос 5. Флуоресцентная микроскопия: принципы работы, теоретические основы получения изображения.
- Вопрос 6. Теоретические основы получения изображения с помощью конфокальной микроскопии.
- Вопрос 7. Цветовые модели изображения
- Вопрос 8. Методы фильтрация изображений и их применение на изображениях биологических объектов.
- Вопрос 9 Модель шумов. Подход к оценке шума.
- Вопрос 10. Основные операции математической морфологии и их применение на изображениях биологических объектов.
- Вопрос 11. Методы улучшения изображения и их применение на изображениях биологических объектов. Коррекция цвета на изображениях.
- Вопрос 12. Подходы к сегментации изображений. Алгоритмы обнаружения объектов на изображении (точки, линии, округлые объекты).
- Вопрос 13. Подходы к сегментации изображений. Метод водораздела.
- Вопрос 14. Подходы к сегментации изображений. Пороговая сегментации.
- Вопрос 15. Подходы к сегментации изображений. Наращивание областей.
- Вопрос 16. Построение масок объектов. Связная компонента.
- Вопрос 17. Характеристики объектов. Дескрипторы границ
- Вопрос 18. Характеристики объектов. Дескрипторы областей: Текстура
- Вопрос 19. Характеристики объектов. Дескрипторы областей: цвет
- Вопрос 20. Характеристики объектов. Дескрипторы областей: геометрические характеристики
- Вопрос 21. Построение серединной линии объекта. Выравнивание объектов.
- Вопрос 22. Скелетизация объектов.
- Вопрос 23. Арифметические операции над изображениями.
- Вопрос 24. Классификация объектов. Нейронные сети
- Вопрос 25. Классификация объектов. Статистические методы
- Вопрос 26. Классификация объектов. Обучение по подобию

Вопрос 27. Способы визуализации данных, полученных в результате анализа биологических изображений

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.

