ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«24» июня 2025 г.
Протокол №2

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров»

Направление подготовки: *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

Направленность (профиль) подготовки: *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Срок освоения программы: *4 года*

Год набора: *2025*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B80C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

Москва
2025

Содержание

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** 5
3. **Тематический план** 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** 8
5. **Учебно-методическое обеспечение** 9
6. **Материально-техническое обеспечение** 10
7. **Методические и оценочные материалы** 11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров» является основой изучения принципов и методов научного исследования. Дисциплина (модуль) развивает аналитическое и критическое мышление, что является важным навыком для решения сложных задач в различных сферах.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 1, 2, 3 или 4 курсе с 1 по 8 семестры на выбор.

Цель изучения дисциплины (модуля): в формировании понимания основ и принципов научного исследования.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

— освоить основы научного исследования и научной коммуникации;

— научиться формулировать и реализовывать исследовательские задачи;

— освоить методы машинного обучения для решения прикладных и исследовательских задач;

— сформировать навыки анализа данных и командной исследовательской работы.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

— основные принципы и методы научного исследования;

— научную этику и её принципы;

— стандартные алгоритмы машинного обучения;

— последовательность шагов при написании научной статьи;

— базы данных научной периодики и основ наукометрии;

уметь:

— работать с научной литературой: поиск, анализ, оценка достоверности источников;

— формулировать научные задачи и определять методы их решения;

— анализировать и оценивать достоверность научных результатов;

— работать со стандартными и продвинутыми ML-алгоритмами;

— писать научные статьи;

— участвовать в контестах по машинному обучению;

— работать в команде над решением исследовательских задач;

владеть:

— навыком критического мышления и анализа научных данных;

— навыком поиска, анализа и оценки достоверности научных источников;

— навыком построения моделей физических процессов;

— навыком решения задач в условиях соревновательного машинного обучения;

— навыком проведения научного исследования по выбранной теме.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях

	алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности		математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализация математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических наук, программирования и информационных технологий
		ПК-1.2.	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары			
1	Вводная лекция		2		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
2	Научный протокол и научная этика		4		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
3	Основы теории перколяции		4		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
4	Реальные приложения теории перколяции		4		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
5	Семинар - конференция		4		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
6	Основы теории перколяции		4		10	Домашнее задание, Аудиторная работа
7	Машинное обучение для задачи перколяции		4		12	Домашнее задание, Аудиторная работа
8	Подготовка отчета по научной работе		4		12	Домашнее задание, Аудиторная работа
	Зачет с оценкой					Проект
	Итого:		***30***		***84***	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		***114***				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		***3***				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Вводная лекция	Лекция с описанием и постановкой задачи
2	Научный протокол и научная этика	Научная периодика. Виды научных работ. Научная этика. Библиографические базы данных
3	Основы теории перколяции	Бинарные карты случайных сред
4	Реальные приложения теории перколяции	Формирование фронта распространения пожара. Модели распространения эпидемии. Модели диффузии
5	Семинар - конференция	Презентация и обсуждение научных статей по теме задачи. Презентация и обсуждения плана научных проектов
6	Основы теории перколяции	Коррелированные случайные среды. Анализ точного решения задачи перколяции
7	Машинное обучение для задачи перколяции	Случайный лес для задачи перколяции. Нейронные сети для задачи перколяции. Сверточные нейронные сети для задачи перколяции
8	Подготовка отчета по научной работе	Консультации по доработке решений и подготовке отчета. Предзащита научных проектов

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Мокий, М. С. Методология научных исследований : учебник для вузов / М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий ; под редакцией М. С. Мокия. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 259 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18527-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560221.

2. Горелов, Н. А. Методология научных исследований : учебник и практикум для вузов / Н. А. Горелов, О. Н. Кораблева, Д. В. Круглов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 390 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16519-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560121.

3. Анализ данных : учебник для вузов / под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 448 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19964-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560311.

4. Грас, Д. Data Science. Наука о данных с нуля : практическое руководство / Д. Грас. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. - 416 с. - ISBN 978-5-9775-6731-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2138991.

5. Плас, Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение : практическое руководство / Дж. В. Плас. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 576 с. - (Серия «Бестселлеры O’Reilly»). - ISBN 978-5-4461-0914-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1739601.

6. Климанов, В. А. Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика : учебник для вузов / В. А. Климанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 307 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06485-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563167.

7. Общая и медицинская радиология: радиационные технологии : учебник для вузов / под редакцией А. Н. Усенко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 217 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15184-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567282.

Дополнительная литература:

1. Управление программными проектами : учебник для вузов / под редакцией Р. Ф. Маликова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14329-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567576.

2. Бессмертный, И. А. Основы научных исследований в области информационных систем и технологий : учебник для вузов / И. А. Бессмертный. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 110 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08696-6. — Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/580150.

3. Кудрявцев, В. Б. Компьютерное моделирование логических процессов : учебник для вузов / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15336-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/568295.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование"	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении

образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, такие как семинары, аудиторная работа, проект, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Аудиторная работа – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Проект – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета с оценкой***, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Аудиторная работа	15%	10	Активное участие в семинарах: ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии
Домашнее задание	35%	10	Набор заданий по темам недели
Зачет с оценкой	50%	1	Проект – презентация результатов исследования по дисциплине (модулю)

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) «Научная студия. Перколяция: от лесных пожаров до нефтегазовых резервуаров» выставляется по накопительной оценке: «0,35 × среднее за аудиторную работу + 0,15 × среднее за домашнее задание + 0,5 × зачет с оценкой».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1

Твоей задачей будет моделирование распространения пожара с учётом сильного ветра. Ветер в модель вводится следующим образом:

1. Задаётся направление ветра. Направление может быть на север (вверх), юг (вниз), запад (влево) или восток (вправо).
2. Пожар не распространяется против ветра, то есть распространения на ближайшего левого соседа не происходит, если направление ветра задано на восток.
3. Пожар по направлению ветра распространяется не только на ближайшего соседа, но и на следующего за ним за один шаг по времени.

Посмотри на пример (рис. 1) распространения пожара при наличии ветра, направленного на восток, для карты размером 5×5.



Рисунок 1

На первом шаге пожар перекинулся на лес через пустое пространство, а также распространился на восток на две клетки на втором и последнем шаге. Клетки западнее очага возгорания остались не тронутыми пожаром из-за ветра.

Домашнее задание должно быть выполнено в формате ноутбука в Google Colab, ссылку на который оставь в LMS.

ЗАДАЧА 1

1. Реализуй алгоритм распространения фронта пожара для четырех возможных направлений ветра и для карты размером 5×5 построй фронт пожара в различные моменты времени.
2. Исследуй, как наличие ветра в восточном, северном и южном направлении будет влиять на скорость распространения пожара от левой до правой границы в карте 50×50 с концентрацией леса 0.65. Считай, что первоначально, на нулевом шаге, очаги пожара занимают все доступные клетки леса на левой границы карты. Для статистически значимой оценки влияния ветра необходимо рассмотреть $\simeq 100$ различных случайных карт. В рамках исследования:
   a. Определи скорость распространения пожара при наличии ветра в указанных направлениях и сопоставь полученные значения со скоростью распространения пожара в тех же картах при отсутствии ветра.
   b. Сформулируй выводы о влиянии ветра в указанных ранее направлениях на скорость распространения пожара.

Домашнее задание 2

Бинарные карты коррелированных сред

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Домашним заданием будет анализ степени корреляции различных структур с помощью гистограмм, показывающих распределение кластеров по размерам. Необходимо построить такие гистограммы для разных значений концентрации и коэффициента корреляции α.

ЗАДАЧА 1

Размер карты считать фиксированным: $l = 50$. Концентрацию варьировать вблизи порога перколяции, например, можно рассмотреть $p = 0{,}4 - 0{,}8$, с шагом $\Delta p = 0{,}05$. Для коэффициента корреляции α можно рассмотреть четыре различных значения: $\alpha = 8,\ 4,\ 3,\ 2$. Поскольку речь идёт о случайных, хоть и скоррелированных картах, для каждой пары $(p,\ \alpha)$ для сбора необходимой статистики следует посчитать достаточно большое число случайных карт, $n \simeq 200$.

- По полученным картам для каждой пары $(p,\ \alpha)$ построй гистограмму, усреднив результаты по $n \simeq 200$ картам. Результаты можно представить в виде набора графиков, позволяющих определить, как распределение кластеров по размерам изменяется с изменением $(p,\ \alpha)$, пример гистограммы для $p = 0{,}4$ представлен на рисунке 1.
- Проанализируй полученные гистограммы. Что происходит с распределением при увеличении концентрации и почему?
- Построй зависимость доли «больших» кластеров, с размером $r \geqslant 10$, от концентрации p для рассмотренных значений коэффициента корреляции α.
- Возможно ли воспроизвести эффект корреляций в некоррелированном случае при помощи увеличения концентрации занятых узлов?

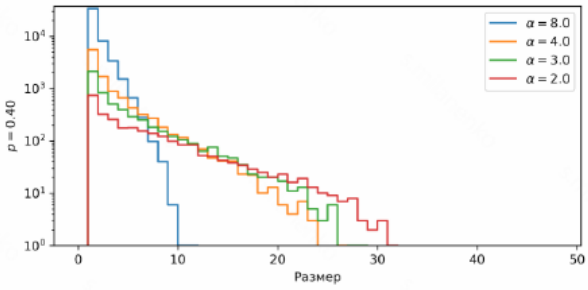


Рисунок 1

Для расчёта распределения кластеров по размерам удобно воспользоваться функцией label из модуля scipy.ndimage:

```
def size_distribution(m):
    labeled_array, num_features = label(m)
    sizes = np.array([np.sqrt(np.sum(labeled_array == i + 1)) for i in range(num_features)])
    return sizes
```

Примерные задания для аудиторной работы

Вводная лекция (постановка задачи)

1. В чём заключается научная проблема, связанная с перколяцией?
2. Какие реальные процессы можно описать с помощью перколяционных моделей?
3. Что является объектом и предметом исследования в задаче перколяции?
4. Какие типы данных могут использоваться для моделирования случайных сред?
5. Какие гипотезы можно сформулировать в рамках курса?
6. Какие методы исследования применимы к задаче перколяции?
7. Какие критерии успешности научного проекта в рамках курса?

Научный протокол и научная этика

1. Какие элементы должен содержать научный протокол исследования?
2. Чем отличается статья в журнале от тезисов конференции?

3. Что считается нарушением научной этики?
4. Что такое плагиат и самоплагиат?
5. Какие библиографические базы данных вы знаете?
6. Как оценить достоверность научного источника?
7. Почему воспроизводимость результатов важна в науке?

Основы теории перколяции (бинарные карты случайных сред)

1. Что такое перколяция в физико-математическом смысле?
2. Что называется перколяционным порогом?
3. Что представляет собой бинарная карта случайной среды?
4. Как определяется наличие перколяционного кластера?
5. Чем отличается узловая и связевая перколяция?
6. Как размер решётки влияет на результаты моделирования?
7. Какие параметры определяют вероятность образования сквозного кластера?

Реальные приложения теории перколяции

1. Как теория перколяции применяется к моделированию пожаров?
2. Что общего между перколяцией и моделями распространения эпидемий?
3. Какие параметры влияют на скорость распространения фронта?
4. Как можно интерпретировать перколяционный порог в эпидемиологии?
5. В чём сходство процессов диффузии и перколяции?
6. Какие ограничения имеют перколяционные модели в прикладных задачах?
7. Как можно использовать данные наблюдений для валидации модели?

Семинар-конференция (презентация статей и проектов)

1. Какие элементы должна содержать презентация научной статьи?
2. Как определить научную новизну исследования?
3. Какие критерии используются для оценки качества статьи?
4. Как выявить ограничения используемой модели?
5. Что такое исследовательский gap?
6. Какие вопросы стоит задать авторам проекта при обсуждении?
7. Как корректно аргументировать критику научной работы?

Основы теории перколяции (коррелированные среды и точные решения)

1. Чем коррелированная случайная среда отличается от независимой?
2. Как корреляции влияют на перколяционный порог?
3. В каких случаях возможно точное аналитическое решение задачи перколяции?
4. Что означает критическое поведение системы?
5. Как определяется критический показатель (critical exponent)?
6. Почему двумерная перколяция изучена лучше трёхмерной?
7. Какие методы используются для анализа коррелированных сред?

Машинное обучение для задачи перколяции

1. Как можно использовать случайный лес для классификации перколяционных конфигураций?
2. Какие признаки можно извлечь из бинарной карты среды?
3. В чём преимущество нейронных сетей при анализе перколяции?
4. Почему сверточные нейронные сети подходят для анализа решёток?
5. Что такое переобучение модели?
6. Какие метрики применяются для оценки качества классификации?
7. Как разделить данные на обучающую и тестовую выборки?

Подготовка отчёта по научной работе

1. Какие разделы должен содержать научный отчёт?
2. Как формулируются выводы по результатам исследования?
3. Какие требования предъявляются к оформлению графиков и таблиц?
4. Как корректно описать ограничения исследования?
5. Что такое воспроизводимость вычислительного эксперимента?
6. Какие вопросы чаще всего задаются на предзащите?
7. Какие критерии свидетельствуют о готовности проекта к защите?

Примерное описание критериев к проекту

Формат проекта

Проект представляет собой научно-прикладное исследование, включающее:

- постановку задачи;
- построение перколяционной модели (численной или аналитической);
- проведение вычислительного эксперимента;
- анализ результатов;
- интерпретацию для прикладной области (пожары, эпидемии, фильтрация в пористой среде и т.д.);
- подготовку отчёта и презентации.

Проект может быть индивидуальным или командным.

Критерии подготовки и оценивания проекта

Итоговая оценка: 0–10 баллов

Оценка формируется по 5 ключевым критериям (по 0–2 балла каждый).

Постановка задачи и теоретическая база (0–2 балла)

2 балла – чётко сформулирована научная задача, обозначена гипотеза, корректно описана модель перколяции (тип перколяции, порог, прикладной контекст), использованы научные источники.

1 балл – задача сформулирована частично, теоретическая база представлена поверхностно.

0 баллов – отсутствует чёткая постановка задачи и теоретическое обоснование.

Реализация модели и вычислительный эксперимент (0–2 балла)

2 балла – корректно реализована модель, проведена серия экспериментов, исследовано влияние параметров (p, размер решётки, корреляции и т.п.).

1 балл – модель реализована частично, эксперименты ограничены.

0 баллов – модель отсутствует или реализована некорректно.

Анализ результатов и интерпретация (0–2 балла)

2 балла – определён перколяционный порог, построены графики, результаты интерпретированы в прикладном контексте (пожары, эпидемии, фильтрация и др.).
1 балл – анализ выполнен частично, интерпретация поверхностная.
0 баллов – анализ отсутствует.

Научная корректность и качество отчёта (0–2 балла)

2 балла – логичная структура отчёта (введение, методы, результаты, выводы), корректная терминология, указаны ограничения.
1 балл – структура частично соблюдена, есть неточности.
0 баллов – отчёт фрагментарный или несистемный.

Защита проекта (0–2 балла)

2 балла – ясная презентация, уверенное владение материалом, аргументированные ответы на вопросы.
1 балл – ответы неполные, есть трудности в объяснении.
0 баллов – студент не ориентируется в собственной работе.

Шкала перевода

БАЛЛЫ	**ОЦЕНКА**
9–10	Отлично
7–8	Хорошо
5–6	Удовлетворительно
0–4	Не зачтено

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Задание**	**Ответ**	**Компетенция**
1	Какой способ используется для анализа структуры данных перед построением модели?	Визуальное представление и изучение распределения значений	УК-1
2	Что необходимо проверить, чтобы определить надёжность научной публикации?	Наличие экспертной оценки и авторитетность источника	УК-1
3	Какой подход применяется для объединения информации из разных источников при решении аналитической задачи?	Выявление общих закономерностей и системный анализ	УК-1
4	Что необходимо сделать для оценки достоверности результатов исследования?	Проверить методику, данные и обоснованность выводов	УК-1
5	Какой подход используется для проверки новой идеи с минимальными затратами ресурсов?	Создание упрощённой версии решения для тестирования гипотезы	УК-2

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
6	Что необходимо определить перед началом реализации научного проекта?	Цель, задачи, методы и ограничения	УК-2
7	Какой фактор необходимо учитывать при выборе способа решения научной задачи?	Доступные данные, ресурсы и сроки выполнения	УК-2
8	Почему важно анализировать результаты после завершения этапа работы?	Чтобы выявить успешные практики и улучшить дальнейшие действия	УК-2
9	Какой метод используется для оценки вероятности наступления события на основе наблюдений?	Подсчёт частоты появления события в имеющихся данных	ОПК-1
10	Что позволяет строго обосновать истинность математического утверждения?	Последовательное логическое доказательство на основе аксиом	ОПК-1
11	Какой подход применяется для приближённого решения уравнений с помощью компьютера?	Использование итерационных расчётов с заданной точностью	ОПК-1
12	Что необходимо сделать для построения модели реального процесса?	Описать зависимости между переменными с помощью математических выражений	ОПК-1
13	Какой способ используется для точной формулировки научной задачи?	Описание условий, требований и ожидаемого результата на формальном языке	ПК-1
14	Что необходимо сделать для проверки корректности решения задачи?	Сравнить результат с исходными условиями и провести анализ	ПК-1
15	Какой метод применяется для анализа зависимости между двумя переменными?	Оценка связи на основе совместного изменения значений	ПК-1