

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Информационные технологии»



Филиал «Протвино»
государственного
университета «Дубна»

Евсиков Александр Александрович
я подтверждаю этот документ своей
удостоверяющей подписью
2026-06-08 10:29:21

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____/Евсиков А.А./
подпись Фамилия И.О.

«08» мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Моделирование систем

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования
бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)
«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения
заочная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2026

Автор программы:

Гусев В.В., доцент, к.ф.-м.н., доцент, кафедра «Информационные технологии»

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Информационные технологии»

Протокол заседания № 09 от «06» мая 2026 г.

Заведующий кафедрой _____ В. В. Черноверская
Подпись Фамилия И.О.

Рецензент: к.ф.-м.н., старший научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ
/В.Н. Ларин/

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	5
4 Объем дисциплины (модуля)	6
5 Содержание дисциплины (модуля)	7
6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	9
7 Фонды оценочных средств по дисциплине (модулю)	9
8 Ресурсное обеспечение	10
Приложение	14

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Моделирование систем» имеет целью сформировать у обучающихся общепрофессиональные компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»;

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»;

ПК-1 «Способность выполнять интеграцию программных модулей и компонентов и проверять работоспособность программного продукта»

Задачи дисциплины

После изучения дисциплины студенты должны знать:

- цели и методологию моделирования;
- основные классы существующих моделей;
- методы формализации систем и способы их реализации с помощью современных компьютерных технологий;
- типовые алгоритмы стохастического моделирования;
- методы обработки экспериментальных данных на ЭВМ.

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- Математическое и программное обеспечение ЭВМ, разработка которых требует применения методов системного анализа, управления, моделирования, для качественного проектирования, конструирования и эксплуатации.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование систем» относится к блоку дисциплин Б1.В.18 части образовательной программы, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплина преподаётся в 7 семестре, на 4 курсе.

Приступая к изучению дисциплины «Моделирование систем», студент имеет знания и навыки по дисциплинам:

- Методы оптимизации
- Математический анализ и линейная алгебра
- Современные компьютерные технологии в науке
- Теория вероятностей и математическая статистика

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) ¹
ПК-1. Способность выполнять интеграцию программных модулей и компонентов и проверять работоспособность программного продукта	ПК-1.1: Обоснованно выбирает методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов	Обоснованно выбирает и применяет на практике методы математического, функционального и системного анализа для решения задач моделирования сложных систем.
	ПК-1.2: Разрабатывает и тестирует программный код процедур интеграции программных модулей; применяет методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов	Обоснованно выбирает средства и методы моделирования конкретных систем. Создаёт программные модули решения задач моделирования систем.
	ПК-1.3: Имеет навыки обнаружения и устранения ошибок в работе программных систем и систем управления базами данных	Умеет и оценивает результаты использования методов математического моделирования Умеет анализировать адекватность вычислительных результатов моделирования конкретной модели

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) ²
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	1. Использует средства математического, функционального и системного анализа сложных

¹Могут формулироваться в категориях «знать», «уметь», «владеть» или «иметь навыки».

²Могут формулироваться в категориях «знать», «уметь», «владеть» или «иметь навыки».

применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	систем 2. Умеет выделять основные факторы влияния на поведение систем. 3. Обоснованно выбирает вычислительные методы реализации математического моделирования систем
	УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	
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. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними	1. Умеет обосновать выбор математических методов моделирования систем с учётом их динамического и стохастического поведения 2. Обоснованно выбирает программные средства имитации конкретных систем 3. Обоснованно выбирает вычислительные методы реализации математического моделирования систем 4. Способен проводить анализ устойчивости динамических систем. 5. Способен осуществлять регрессионный анализ результатов моделирования.
	УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	
	УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	
	УК-2.4. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	
	УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования	

Результат обучения сформулирован с учетом профессиональных стандартов 06.003 «Архитектор программного обеспечения»

4 Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 72 академических часов.

8 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем, в том числе:

- 4 часов – лекционные занятия;
- 4 часов – практические занятия.

60 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

4 часов отводится на промежуточный контроль (зачёт с оценкой).

5 Содержание дисциплины (модуля)
Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (академ. часы)	в том числе:				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				Самостоятельная работа обучающегося
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Всего	
7 семестр /4курс (указать нужное)						
Раздел 1 Основные понятия о моделях Математические методы моделирования динамических систем . Математические методы моделирования стохастических систем.	4	2	2		4	30
Раздел 2 Математические методы моделирования распределённых систем. Имитационное моделирование систем управления Планирование и проведение физического эксперимента Обработка результатов вычислительных экспериментов	4	2	2		4	30
Промежуточная аттестация: Зачёт с оценкой	4					
Итого за семестр / курс	72	4	4			

<i>№ Раздела</i>	<i>Наименование раздела</i>	<i>Содержание разделов</i>
1	Основные понятия о моделях Математические методы моделирования динамических систем . Математические методы моделирования стохастических систем.	Современные методы моделирования информационных систем в приложении к области физического эксперимента. Методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации применительно к сложным системам. История развития моделирования как метода научного познания, роль и место вычислительного эксперимента в исследовательской деятельности. Основные понятия. Подходы при реализации моделирования. Разработка модели: классический и системный подход. Классификация моделей: понятия математической и компьютерной модели, имитационное моделирование. Классификация видов моделей. Понятие о динамической системе и её модели. Аналитическое исследование и компьютерное моделирование поведения систем. Понятие о преобразовании Лапласа. Функциональное описание системы. Передаточная функция. Методы вычисления передаточной функции. Колебательные системы. Модели систем: механические, электрические, химические и биологические. Модели систем с элементами случайного поведения. Примеры систем, отличных от детерминированных. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел. Оценка качества датчика случайных чисел. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Теория метода Монте-Карло. Возможности метода статистических испытаний и его точность. Примеры статистического моделирования.
2	Математические методы моделирования распределённых систем. Имитационное моделирование систем управления Планирование и проведение физического эксперимента Обработка результатов вычислительных экспериментов	Классификация задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вычислительные методы исследования распределённых систем: метод конечных элементов; метод конечных разностей. Имитационное моделирование систем с очередями. Потоки случайных событий. Пуассоновский поток случайных событий. Модели систем с очередями. Связь с теорией массового обслуживания. Анализ очередей Структура систем с ожиданием. Показатели работы системы. Анализ затрат. Дисциплина обслуживания очереди. Методы теории планирования экспериментов. Факторные пространства. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Виды факторного анализа экспериментов. Обработка результатов вычислительных экспериментов. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ результатов моделирования. Проверка адекватности модели. Корреляционный анализ результатов моделирования

6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

Для обеспечения реализации программы дисциплины (модуля) разработаны:

- методические материалы к практическим (семинарским) занятиям;
- методические материалы по организации самостоятельной работы обучающихся;
- методические материалы по организации изучения дисциплины (модуля) с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- методические рекомендации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по освоению программы дисциплины (модуля);
- методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий и проч.

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

7 Фонды оценочных средств по дисциплине (модулю)

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине (модулю) разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8 Ресурсное обеспечение

Перечень литературы

Основная учебная литература

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> (дата обращения: 18.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие : [16+] / И. Е. Плещинская, А. Н. Титов, Е. Р. Бадертдинова, С. И. Дуев ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. — 195 с. : табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781> (дата обращения: 09.04.2023). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-7882-1715-4. — Текст : электронный.
3. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896364> (дата обращения: 20.04.2023). — Режим доступа: по подписке.
4. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488217> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная учебная литература

1. Шагрова, Г. В. Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий : учебное пособие : [16+] / Г. В. Шагрова, И. Н. Топчиев ; Северо-Кавказский федеральный университет. — Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. — 180 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458289> (дата обращения: 18.04.2023). — Библиогр.: с. 178. — Текст : электронный.
2. Кобелев, Н. Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - ISBN 978-5-905554-17-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961800> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: по подписке.
3. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536071> (дата обращения: 18.04.2023).
4. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов : Учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2015. - 398с. : ил. - ISBN 978-5-16-006482-6.
Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 398 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1225064> (дата обращения: 09.04.2023). — Режим доступа: по подписке.

• Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета – Журнал основан в 1977 году. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8373>
2. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН., гл. ред. В.Л. Береснев. - Журнал основан в 1994 году Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528
3. Программные продукты и системы / учредители: МНИИПУ (г.Москва), гл. редакция международного журнала «Проблемы теории и практики управления» (г. Москва), ЗАО НИИ «Центрпрограммсистем» (г. Тверь); гл. ред. С.В. Емельянов. – Тверь.: НИИ «Центрпрограммсистем». Журнал основан в 1995 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9834>; Сайт журнала www.swsys.ru
4. Информационные технологии и вычислительные системы / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН"; гл. ред. С.В. Емельянов, - М.: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН". Год основания 1995 г. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8746>

• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «EastView»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Открытое образование <https://openedu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <http://exponenta.ru/default.asp>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>
5. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования CodingCraft: <http://codingcraft.ru/>.
6. Портал Life-prog: <http://life-prog.ru/>.

7. OpenNet: www.opennet.ru.
8. Алгоритмы, методы, программы: algolist.manual.ru.

Необходимое материально-техническое обеспечение

Проведение практических занятий по дисциплине предполагает использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Компьютерный класс (15 ПК): оборудование в собственности.

Программное обеспечение:

- Scilab (.свободная лицензия, код доступа не требуется)
- LibreOffice (свободная лицензия, код доступа не требуется)

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Фонды оценочных средств

В результате освоения программы магистратуры по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» с учетом направленности магистерской программы – «Информационные технологии в физических установках» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Профессиональные компетенции:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»;

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»;

ПК-1 «Способность выполнять интеграцию программных модулей и компонентов и проверять работоспособность программного продукта»

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Допускает множественные грубые ошибки	Удовлетворительно знает, как анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает, как анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание, как анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Не допускает ошибок.
УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как определять и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как определять и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень знаний, как определять и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень знаний, как определять и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Не допускает ошибок.
УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как осуществлять поиск информации для решения по-	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как определять и ранжи-	Демонстрирует хороший уровень знаний, как определять и ранжировать информа-	Демонстрирует высокий уровень знаний, как определять и ранжировать информацию,

		ставленной задачи по различным типам запросов. Допускает множественные грубые ошибки.	ровать информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Допускает достаточно серьезные ошибки.	цию, требуемую для решения поставленной задачи. Допускает отдельные негрубые ошибки.	требуемую для решения поставленной задачи. Не допускает ошибок.
--	--	---	--	--	---

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

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как определить круг задач в рамках поставленной цели, определяя связи между ними. Допускает множественные грубые ошибки	Удовлетворительно знает, как определить круг задач в рамках поставленной цели, определяя связи между ними. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает, как определить круг задач в рамках поставленной цели, определяя связи между ними. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание, определить круг задач в рамках поставленной цели, определяя связи между ними. Не допускает ошибок.
УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как предложить способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; не оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как предложить способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценить предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень знаний, как предложить способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценить предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень знаний, как предложить способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценить предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. Не допускает ошибок.
УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как спланировать реализацию задач в зоне своей ответственности с уче-	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как спланировать реализацию задач в зоне	Демонстрирует хороший уровень знаний, как спланировать реализацию задач в зоне своей ответственности	Демонстрирует высокий уровень знаний, как спланировать реализацию задач в зоне своей ответственности с

норм		том имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм. Допускает множественные грубые ошибки.	своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм. Допускает достаточно серьезные ошибки.	с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм. Допускает отдельные негрубые ошибки.	учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм. Не допускает ошибок.
УК-2.4. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как выполнить задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректируя способы решения задач. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как выполнить задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректируя способы решения задач. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень знаний, как выполнить задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректируя способы решения задач. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень знаний, как выполнить задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректируя способы решения задач. Не допускает ошибок.
УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как представить результаты проекта, предложить возможности их использования и/или совершенствования. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как представить результаты проекта, предложить возможности их использования и/или совершенствования. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень знаний, как представить результаты проекта, предложить возможности их использования и/или совершенствования. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень знаний, как представить результаты проекта, предложить возможности их использования и/или совершенствования. Не допускает ошибок.

ПК-1. Способность выполнять интеграцию программных модулей и компонентов и проверять работоспособность программного продукта

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ПК-1.1: Обоснованно выбирает методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как: обоснованно выбирать методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов. Допускает множественные грубые ошибки	Удовлетворительно знает, как обоснованно выбирать методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает, как обоснованно выбирать методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание, как обоснованно выбирать методы и средства сборки и интеграции программных модулей и компонент программного обеспечения; методологии и технологии проектирования и использования баз данных; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке и тестировании программных продуктов. Не допускает ошибок.
ПК-1.2: Разрабатывает и тестирует программный код процедур интеграции про-	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает, как разрабатывать и тестировать	Демонстрирует удовлетворительный уровень знаний, как	Демонстрирует хороший уровень знаний, как разрабатывать и	Демонстрирует высокий уровень знаний разрабатывать и тести-

граммных модулей; применяет методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов		программный код процедур интеграции программных модулей; применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов. Допускает множественные грубые ошибки.	разрабатывать и тестировать программный код процедур интеграции программных модулей; применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов.. Допускает достаточно серьезные ошибки.	тестировать программный код процедур интеграции программных модулей; применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	ровать программный код процедур интеграции программных модулей; применять методы и средства сборки модулей и компонент программного обеспечения, разработки процедур для развертывания программного обеспечения, миграции и преобразования данных, создания программных интерфейсов. Не допускает ошибок.
---	--	--	---	--	---

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

4 курс, 7 семестр (зачёт с оценкой)

По итогам работы в семестре студент может получить максимально 70 баллов. Итоговой формой контроля во II семестре является **экзамен**. На экзамене студент может набрать максимально 30 баллов. В течение II семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	35
2	Подготовка к устному опросу	10
3	Подготовка к устному опросу	10
4	Аудиторные занятия (посещение)	15
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр (с учетом оценки на экзамене)	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
61-70	Удовлетворительно
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

График выполнения самостоятельных работ студентами в 7 семестре

Виды работ	Недели учебного процесса		
	1	2	3
УО 2.1	ВЗ	ЗЗ	ВЗ
УО 2.2		ВЗ	ЗЗ

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Примеры практических заданий

Теория

Моделирование дискретных случайных величин на ЭВМ.

- 1.1.1 Согласно варианту выбрать таблицы распределения $v = Aw = B$.
- 1.1.2 Вычислить математическое ожидание и дисперсию случайных величин v и w по формулам (3) и (9) соответственно.
- 1.1.3 Построить таблицу распределения для случайной величины $\tau = v + w$.
- 1.1.4 Вычислить математическое ожидание и дисперсию случайной величины τ .
- 1.1.5 Проверить соотношения (6) и (10).
- 1.1.6 Оформить отчёт в электронном виде.

2. Задание II

- 2.1 Построить алгоритмы, моделирующие дискретные случайные величины v и w величину по заданным таблицам распределения Задания I в виде отдельных функций.
- 2.2 Вычислить математическое ожидание по формуле (8) и дисперсию этих случайных величин по формуле (11)
- 2.3 Построить гистограмму распределений случайных величин, используя функцию histplot
- 2.4 Оформить отчёт в электронном виде.

Студент изучает теоретический материал и сдаёт отчёт

Работа должна быть оформлена в виде электронного отчёта. Результаты должны включать теоретический материал, программы расчёты, «скриншоты» результатов работы программ, графики полученных распределений в виде гистограмм.

Моделирование непрерывных случайных величин на ЭВМ.

Цель работы. Моделирование различных типов непрерывных случайных величин в среде SciLab на основе равномерно распределённой на отрезке $[0,1]$ случайной величины.

Теория

1. Моделирование непрерывно распределённой случайной величины методом обратной функции

- 1) Задать экспоненциальное распределение с плотностью вероятности $p(x) = ae^{-ax}$ – степенная функция (значения параметра «а» студент выбирает самостоятельно).
- 2) Построить моделирующий алгоритм в виде отдельной подпрограммы на основе метода обратной функции.
- 3) Вычислить оценку математического ожидания и дисперсию распределения.
- 4) Построить гистограмму распределения для различных значений параметра «а».

1. Моделирование нормально распределённой величины на основе центральной предельной теоремы.

- 1) Задать нормальное распределение с параметрами μ^* и σ^* (значения параметров студент выбирает самостоятельно).
- 2) Построить моделирующий алгоритм на основе центральной предельной теоремы в виде отдельной функции.
- 3) Вычислить оценку математического ожидания и дисперсии нормального распределения с параметрами μ^* и σ^* .
- 4) Построить гистограмму распределения для различных значений параметров распределения.

Алгоритм шага 2)

1. Сложить $N = 24$ равномерно распределенных на отрезке $[0,1]$ псевдослучайных чисел $y_i, (i=1..24)$ - результат сл. вел. x .
2. Пронормировать полученную сумму, т.е. получить случайную величину z с $M(z) = 0$ и $D(z) = \sigma^2$, где z - нормально распределенная нормированная случайная величина.

$$a = Nm$$

$$\sigma = b\sqrt{N}$$

$$m = 1/2 \quad b = 1/12$$

$$z = \frac{x - a}{\sigma}$$

3. Результат привести в соответствие с заданным математическим a^* ожиданием и среднеквадратичным отклонением σ^*

$$v = \sigma^* z + a^*.$$

Отчёт

Работа должна быть оформлена в виде электронного отчёта. Результаты должны включать теоретически материал, программы расчёты, «скриншоты» результатов работы программ, графики полученных распределений в виде гистограмм.

Студент должен знать:

1. определение дискретных случайных величин;
2. определение непрерывных случайных величин;
3. методы построения заданных распределений;
4. формулировку центральной предельной теоремы.
5. свойства и определения математического ожидания и дисперсии.

Исследование динамической системы

Дана система уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = f_1(x, y);$$

$$\frac{dy}{dt} = f_2(x, y);$$

Задание:

1. Вычислить $A = [a_{12}; a_{21}, a_{22}]$ согласно пункту 3
2. Построить график $f_1(x, y)$ и $f_2(x, y)$;
3. Используя материал L2 (SciLab) решить систему нелинейных уравнений и найти стационарные точки

$$f_1(x, y) = 0;$$

$$f_2(x, y) = 0;$$

Решения этой системы уравнений – стационарные точки.

- Вычислить $A = [a_{12}; a_{21}, a_{22}]$ и исследовать тип стационарных точек согласно

$$a_{11} = \frac{\partial f_1}{\partial x}(x,y) \quad a_{12} = \frac{\partial f_1}{\partial y}(x,y) \quad a_{21} = \frac{\partial f_2}{\partial x}(x,y) \quad a_{22} = \frac{\partial f_2}{\partial y}(x,y)$$

$$A = [a_{11}, a_{12}; a_{21}, a_{22}]$$

Для нахождения собственных значений и собственных векторов квадратной матрицы A можно использовать функцию $\text{spes}()$.

$$\text{spes}(A) =$$

$$\lambda_1$$

$$\lambda_2$$

- Материал оформить в виде электронного отчета. При сдаче лабораторной требуется понимание терминов и знание формата стандартных процедур SciLab, которые использовались при выполнении практических работ.

Контрольные вопросы

1. Математическое моделирование. Понятие математического моделирования. Понятие системы в математическом моделировании.
2. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
3. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели (линейный, нелинейный, алгоритмический и др.)
4. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
5. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
6. Исследование особых точек дифференциального уравнения одной переменной $\frac{dx}{dt} = F(x)$.
7. Исследование качественной структуры особых точек двух уравнений
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x(t), y(t)) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x(t), y(t)) \end{cases}$$
8. Понятие фазовых траекторий.
9. Определение матрицы линеаризации.
10. Получение характеристического уравнения.
11. Классификация грубых особых точек через корни характеристического уравнения.
12. Предельные циклы динамических систем.
13. Модель конкуренции популяций. Постановка задачи.
14. Модель конкуренции популяций. Особые точки и возможные конфигурации системы от параметров задачи.
15. Модель конкуренции популяций. Анализ особых точек.
16. Классификация колебательных систем.
17. Линейная и нелинейная колебательная система.
18. Сосредоточенные и точечные системы.
19. Консервативные и неконсервативные системы.
20. Консервативный осциллятор.
21. Линейный осциллятор с затуханием.
22. Классификация уравнений математической физики двух переменных.
23. Физические процессы, описываемые уравнения эллиптического типа.
24. Физические процессы, описываемые уравнения гиперболического типа.
25. Физические процессы, описываемые уравнения параболического типа.
26. Модели систем с элементами случайного поведения.
27. Дискретные и непрерывные случайные величины.

28. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел.
29. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.
30. Теория метода Монте-Карло.
31. Центральная предельная теорема
32. Случайные величины с нормальным законом распределения.
33. Моделирования случайных величин с нормальным законом распределения. Метод, основанный на центральной предельной теореме.
34. задача интерполирования,
35. задача аппроксимации.
36. Интерполяция по Лагранжу.
37. Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов
38. Теория метода Монте-Карло.
39. Центральная предельная теорема
40. Случайные величины с нормальным законом распределения.
41. Моделирования случайных величин с нормальным законом распределения. Метод, основанный на центральной предельной теореме.

Тест на усвоение материала

1. Классические модели

1.1 Модель спроса-предложения
$$\begin{cases} s_{n+1} = ap_n - b \\ d_{n+1} = -cp_n + g \\ s_{n+1} = d_{n+1} \end{cases}$$
 соответствует устойчивому состоянию рынка при каких значениях $A = \frac{a}{c}$?

- а) $A > 2$
- б) $0 < A < 2$
- с) $0 < A < 1$
- д) $-1 < A < 1$

1.2 Модель спроса-предложения
$$\begin{cases} s_{n+1} = ap_n - b \\ d_{n+1} = -cp_n + g \\ s_{n+1} = d_{n+1} \end{cases}$$
 соответствует неустойчивому состоянию рынка при каких значениях $A = \frac{a}{c}$?

- а) $A > 2$
- б) $0 < A < 2$
- с) $0 < A < 1$
- д) $1 < A$

1.3 Какое максимальное количество точек равновесия имеет система

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - al2 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - al1 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующая модели конкуренции популяций?}$$

- а) 3
- б) 2
- с) 4
- д) 5

1.4 Какого типа точка равновесия ($N_1 = 0, N_2 = 0$) системы

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - al2 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - al1 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующей модели конкуренции популяций?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) центр

2. Качественная теория динамических систем

2.1 Какие точки равновесия уравнения $\frac{dx}{dt} = (x+2)(x+1)(3-x)(5-x)$ являются устойчивыми?

- а) $x_1 = -1; x_2 = 3$
- б) $x_1 = -1; x_2 = 5$
- с) $x_1 = -2; x_2 = 3$
- д) $x_1 = 3; x_2 = 5$

2.2 Какие точки равновесия уравнения $\frac{dx}{dt} = (x+2)(x-3)(3+x)(5-x)$ являются неустойчивыми?

- а) $x_1 = -3; x_2 = 3$
- б) $x_1 = -2; x_2 = 5$
- с) $x_1 = -2; x_2 = 3$
- д) $x_1 = 3; x_2 = 5$

2.3 Фазовые траектории системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y, t) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y, t) \end{cases}$ определены в пространстве координат

- а) (x, t)
- б) (x, y)
- с) (y, t)
- д) (x, y, t)

2.4 Какая точка (x, y) системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = (x-3)(y-5)(x-6) \\ \frac{dy}{dt} = (y-3)(x-5)(y-6) \end{cases}$ не является точкой равновесия?

- а) $P(x=3, y=6)$
- б) $P(x=6, y=3)$
- с) $P(x=3, y=3)$
- д) $P(x=5, y=3)$

2.5 Какая матрица является матрицей линеаризации системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x + 3y + 4 \\ \frac{dy}{dt} = x - 6y + 5 \end{cases}$

а) $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & -6 \end{pmatrix}$

б) $\begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$

с) $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & -6 \end{pmatrix}$

д) $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -6 & 5 \end{pmatrix}$

2.6 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2, \lambda_2 = 5). \text{ К какому типу относится эта точка равновесия?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) центр

2.7 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2, \lambda_2 = -5). \text{ К какому типу относится эта точка равновесия?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) седловая точка

2.8 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -3). \text{ К какому типу относится эта точка равновесия?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) седловая точка

2.9 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2 + 3i, \lambda_2 = 2 - 3i). \text{ К какому типу относится эта точка равновесия?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- с) центр

2.10 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2i, \lambda_2 = -2i). \text{ К какому типу относится эта точка равновесия?}$$

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- с)!!! центр

3. Распределённые системы

3.1 Какого типа уравнение $a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u)$ ($a_{11} = 2, a_{12} = 1, a_{22} = 3$)?

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

3.2 Какого типа уравнение $a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u)$ ($a_{11} = 1, a_{12} = 1, a_{22} = 1$)?

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

3.3 Какого типа уравнение $a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u)$ ($a_{11} = 1, a_{12} = 2, a_{22} = 1$)?

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

4. Статистическое моделирование систем

4.1 Основной метод статистического моделирования

- а) метод Гаусса
- б) метод Эйлера
- с) метод Монте-Карло
- д) метод случайных чисел

4.2 Случайная величина ξ равномерно распределена в интервале $[0,1]$. Какая случайная величина равномерно распределена на интервале $[1,3]$?

а) $\eta = 2\xi + 2$

б) $\eta = 3\xi + 1$

с) $\eta = 2\xi + 1$

д) $\eta = \xi + 3$

4.3 Чему равно математическое ожидание $M[\xi]$ случайной величины ξ , равномерно распределённой на интервале $[-2, 2]$?

а) $M[\xi] = -2$

б) $M[\xi] = -1$

с) $M[\xi] = 0$

д) $M[\xi] = 1$

е) $M[\xi] = 2$