МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ



Д.Ю. Чалый

«22» мая 2024 г.

### Рабочая программа дисциплины

«Моделирование и анализ информационных систем»

### Направление подготовки

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

### Профиль

«Искусственный интеллект и компьютерные науки»

### Квалификация выпускника

Магистр

### Форма обучения

очная

Программа рассмотрена на заседании кафедры от «17» апреля 2024 г.,

протокол № 8

Программа одобрена НМК факультета ИВТ

протокол № 6 от

«26» апреля 2024 г.

Ярославль

### Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины состоит в изучении результатов решения теоретических и прикладных проблем, связанных с анализом, разработкой, проектированием информационных систем; изучении методологий и технологий математического моделирования информационных систем; в исследовании математических моделей информационных систем и развитии навыков применения теоретических знаний для решения практических и прикладных задач; получении навыков создания моделей систем различного назначения, углублении теоретических знаний о проблемах современных экономических и социальных систем, которые исследуются средствами математического моделирования.

### Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Предмет «Моделирование и анализ информационных систем» относится к профессиональному циклу, базовой части. Дисциплина «Моделирование и анализ информационных систем» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует расширению научного кругозора студента, формированию представления о современном состоянии теоретической информатики, прикладной математики, математической кибернетики, компьютерных и сетевых технологий, информационных и телекоммуникационных систем и программирования.

Дисциплина «Моделирование и анализ информационных систем» относится к обязательной части ОП магистратуры.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Формируем ая компетенци я**  **(код и формулиро вка)** | **Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)** | **Перечень планируемых результатов обучения** |
| УК-2 | УК2.1 Формирует план-график реализации проекта в целом и контролирует его выполнение.  УК2.2 Организует и координирует работу участников проекта, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.  УК2.3 Представляет (публично) результаты про-екта (или отдельных его этапов) в форме отчета, статьи, выступления на научно-практической конференции | Знать:  математические,  естественнонаучные, социально- экономические,  общеинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта  Уметь:  Формировать план-график реализации проекта в целом и контролирует его выполнение. Представлять результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчета, статьи,  выступления на научно- |
| ОПК-1 | ОПК-1.1. Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально- экономические,  общеинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения  основных, нестандартных задач создания |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | и применения искусственного интеллекта ОПК-1.2. Решает основные,  нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой  среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно- научных, социально- экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной  деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в  междисциплинарном контексте | практической конференции Решаеть основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в  междисциплинарном контексте, с применением математических,  естественно- научных,  социально- экономических,  общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук  Владеть навыками:  Проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте |
| ОПК-4 | ОПК-4.1. Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения ОПК-4.2. Решает профессиональные задачи на основе применения новых  научных принципов и методов исследования |

### Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 18 зач.ед., 648 акад.час.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Темы (разделы) дисциплины, их содержание** | **Сем ест р** | **Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов,**  **и их трудоемкость**  **(в академических часах)** | | | | | | **Формы текущего контроля успеваемости**  **Форма промежуточной аттестации**  **(по семестрам)** |
|  |  |  | **Контактная работа** | | | | |  |  |
|  |  |  | лек ции | пра кти чес кие | лаб ора тор ны е | кон сул ьта ции | атте стац ион ные исп  ыта ния | самос тояте льная работ а |  |
| 1. | **Фундаментальные модели вычислений.** |  |  | 18 |  |  |  |  |  |
| 2 | **Основы теории формальных моделей.** |  |  | 18 |  |  |  |  |  |
| 3 | **Моделирование и анализ** |  |  | 18 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **последовательных систем.** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | **Моделирование и анализ**  **распределенных систем.** |  |  | 18 |  |  |  |  |  |
|  | **Всего** |  |  | **72** |  |  |  |  |  |

### Содержание разделов дисциплины:

**Фундаментальные модели вычислений.** Машины Тьюринга и рекурсивные функции.

**Основы теории формальных моделей.** Виды формальных моделей. Виды верификации. Доказательство теорем (theorem proving) и проверка моделей (model checking). Проблема эквивалентности.

**Моделирование и анализ последовательных систем.** Системы переходов. Логики линейного времени. Стандартные схемы программ.

**Моделирование и анализ распределенных систем.** Сети Петри и пи-исчисление.

Алгебры процессов. Логики процессов.

### Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лабораторное занятие – занятие, посвященное освоению и углублению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

### Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

* для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации, для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами -

программы OfficeStd 2013 RUSOLPNLAcdmc 021-10232, LibreOffice (свободное), издательская система LaTeX;

- компиляторы с высокоуровневых языков программирования;

* для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ– Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").
* PacketTracer 6.3, CiscoSDM, CiscoNetworkAssistant, CiscoConfigurationProfessional.

1. **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

## Основная литература:

1. Флегонтов, А. В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language : учебное пособие / А. В. Флегонтов, И. Ю. Матюшичев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-2907-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206051>

## Дополнительная литература:

1. Кузьмин Е.В. Введение в теорию вычислительных процессов и структур. Ярославль: ЯрГУ. 2006.

## Башкин В. А. Модели потоков работ: метод. указания. Ярославль: ЯрГУ, 2009.

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

* специальные помещения:

-учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лабораторных занятий;

* + учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
  + учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

-помещения для самостоятельной работы;

-помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для лабораторных занятий – списочному составу группы обучающихся.

* фонд библиотеки.

Компьютерные классы, оборудованные ПЭВМ класса не ниже IntelСоrе2Duo , 4gbRAM, 60GHDDc установленным программным обеспечением: Windows7/8/10, Linux, PacketTracer 6.3, CiscoSDM, CiscoNetworkAssistant, CiscoConfigurationProfessional. Из расчета одна ПЭВМ на одного человека.

**Автор(ы) :** проф., д.ф.-м. н. В.А Соколов

### Приложение №1 к рабочей программе дисциплины

**«Моделирование и анализ информационных**

### систем»

**Фонд оценочных средств**

**для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

# Примеры вопросов по темам дисциплины

1. Поведение систем конечных автоматов. Конечные автоматы и регулярные множества. Автоматные языки. Детерминизм и недетерминизм. Концепция черного ящика и реагирующие системы.
2. Последовательные процессы и бисимуляция. Помеченные системы переходов. Строгая симуляция и строгая бисимуляция. Выражения для последовательных процессов. Примеры моделей последовательных процессов.
3. Параллельные (конкурирующие) процессы и реакции. Метки и потоковые графы. Наблюдения и реакции. Выражения для параллельных (конкурирующих процессов). Структурная конгруэнтность. Правила реакций.
4. Переходы и строгая эквивалентность. Помеченные переходы. Строгая бисимуляция и приложения. Алгебраические свойства строгой эквивалентности. Конгруэнтность.
5. Эквивалентность наблюдений. Наблюдения. Слабая бисимуляция. Единственное решение уравнений. Эквивалентность наблюдений на примерах
6. Пи-исчисление и мобильность. Примеры мобильности.
7. Пи-исчисление и реакции. Имена, действия и процессы. Структурная конгруэнтность и реакции. Полиадрическое пи-исчисление. Рекурсивные определения. Абстракции.
8. Приложения пи-исчисления. Примеры (простые) систем.
9. Переходы с передачей данных и строгая бисимуляция. Эквивалентность наблюдений и примеры.

# Примеры обобщенных тем, предлагаемых к разбору в докладах и рефератах

1. Верификация программ на моделях. Среда верификации SPIN. Описание моделей на языке Promela.
2. Моделирование, валидация и верификации систем реального времени. Сети синхронизированных автоматов, дополненных типами данных. Среда верификации UPPAAL.
3. Раскрашенные сети Йенсена (CPN) и примеры их использования. Моделирование и верификация в среде CPN Tools.
4. Моделирование иерархических распределенных систем. Вложенные сети Ломазовой. Рекурсивные вложенные сети.
5. Задача извлечения схем процессов (Process Mining). Работа в среде моделирования и верификации ProM.
6. Основные подходы и алгоритмы в области извлечения схем процессов (Process Mining). Альфа-алгоритм.

## Требования к оформлению и защите рефератов.

Реферат оформляется в электронном виде как файл формата pdf, защита осуществляется в виде доклада, сопровождаемого презентацией. Правила оформления реферата <https://kursach37.com/oformlenie-referata-po-gost/>.

## Критерии оценки

«Отлично» – оцениваются рефераты, содержание которых основано на глубоком и всестороннем знании темы, изученной литературы, изложено логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно.

«Хорошо» – оцениваются рефераты, основанные на твердом знании исследуемой темы. Возможны недостатки в систематизации или в обобщении материала, неточности в выводах. Студент твердо знает основные категории, умело применяет их для изложения материала.

«Удовлетворительно» – оцениваются рефераты, которые базируются на знании основ предмета, но имеются значительные пробелы в изложении материала, затруднения в его изложении и систематизации, выводы слабо аргументированы, в содержании допущены теоретические ошибки.

«Неудовлетворительно» – оцениваются рефераты, в которых обнаружено неверное изложение основных вопросов темы, обобщений и выводов нет. Текст реферата целиком или в значительной части дословно переписан из первоисточника без ссылок на него.

# Примеры вопросов к экзамену

* 1. Фундаментальные модели вычислений, их особенности и взаимосвязь.
  2. Машины Тьюринга и фундаментальные утверждения теории алгоритмов.
  3. Классы рекурсивных функций. Ограничения примитивной рекурсии.
  4. Виды верификации. Доказательство теорем (theorem proving) и проверка моделей (model checking).
  5. Проблема эквивалентности поведений. Языковая эквивалентность, бисимуляционные эквивалентности.
  6. Конечные автоматы и способы представления регулярных множеств.
  7. Стандартные схемы программ. Программа как интерпретация схемы.
  8. Основные свойства стандартных схем: эквивалентность, тотальность, пустота, свобода. Логико-термальная эквивалентность стандартных схем.
  9. Особенности моделирования параллелизма. Логики линейного времени и логики ветвящегося времени. Семантики параллелизма.
  10. Обыкновенные сети Петри. Свойство монотонности сетей Петри. Выразительная мощность сетей Петри.
  11. Алгоритм построения полного покрывающего дерева сетей Петри. Разрешимость и сложность основных алгоритмических проблем сетей Петри.
  12. Распределённые системы. Связь пи-исчисления Милнера и сетей Петри.
  13. Алгебра процессов CSP Хоара. Примитивы и операторы CSP.
  14. Передача сообщений в CSP, взаимодействие между процессами посредством портов.
  15. Темпоральная логика действий Лампорта. Описание поведения распределённых систем на языке TLA.

## Критерии оценки

«Отлично» – ответ на вопросы показывает всестороннее знание темы, изученной литературы, изложен логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно.

«Хорошо» – ответ на вопросы основан на твердом знании темы. Возможны недостатки в систематизации или в обобщении материала, неточности в выводах.

«Удовлетворительно» – ответ на вопросы базируется на знании основ предмета, но имеются значительные пробелы в изложении материала, затруднения в его изложении и систематизации, выводы слабо аргументированы, в содержании допущены теоретические ошибки.

## «Неудовлетворительно» – оценивается ответ на вопросы, в котором обнаружено неверное изложение темы, систематизации знаний, обобщений и выводов нет.

### Приложение №2 к рабочей программе дисциплины

**«**Моделирование и анализ информационных систем**» Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Моделирование и анализ информационных систем» являются практические занятия, на которых происходит закрепление материала путем применения его к конкретным задачам и отработка практических навыков.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Моделирование и анализ информационных систем» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

* + 1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru/) ) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).
    2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Головной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru/).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (<http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php>)дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню

«Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (<http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php>) содержит более 2500 полных

текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

1. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](http://10.1.0.4/buki/bk_bookreq_find.php)

(<http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php>) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](http://10.1.0.4/buki/bk_bookreq_find.php) доступна в сети университета и через Личный кабинет.