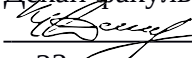


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ИВТ
 Д.Ю. Чалый
« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Математическая логика»

Направление подготовки
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль
«Информатика и компьютерные науки»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 12 апреля 2023 г.,
протокол № 10

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 6 от
28 апреля 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Математическая логика» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует расширению научного кругозора студента, формированию представления о современном состоянии теоретической информатики и приобретению специальных знаний из области моделирования и анализа сложных информационных систем.

Цель изучения дисциплины состоит в освоении основ фундаментальных знаний, позволяющих разобраться в математическом описании проблем, связанных с математической логикой, умении решать стандартные задачи, давать интерпретацию полученным результатам.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Математическая логика» относится к базовой части ОП бакалавриата.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны обладать знаниями по математике и информатике в объеме школьной программы, проявлять настойчивость, целеустремленность и инициативу в процессе обучения.

Она имеет разносторонние связи со многими другими математическими и специальными дисциплинами. При изучении дисциплины «Математическая логика» используются знания из таких дисциплин как «Дискретная математика», «Информатика» и т.д.

При освоении дисциплины необходимы такие личностные характеристики, как: общая образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

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:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3 Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств	ОПК-3.1 Владеет навыками работы с современными технологиями хранения и обработки данных	Знать: - основные понятия математической логики Уметь: -использовать математический аппарат дискретной математики - уметь находить представление и исследовать свойства булевых и многозначных функций формулами в различных базисах Владеть навыками: - использования языка математической логики

тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям		
---	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед., 180 акад. час.

№ п /п	Раздел Дисциплины	Се ме ст р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			лекц ии	прак тичес кие	ла бо ро рат ор ны е	к он су л ьт а ц и и	ат тес тац ио нн ые ис пы тан ия	са мо сто ятель ная рабо та	
1	Алгебра и логика высказываний	3	8	6		1		13	
2	Логика предикатов и теории первого порядка	3	6	8		2		13	
3	Булевы функции.	3	8	8		2		13	Контрольная работа
4	Нечеткая логика и конечные автоматы	3	8	8		1		13	
5	Формализация понятия алгоритма и приложения.	3	6	6		1		13	
						2			Экзамен
			36	36		9	34	65	Экзамен
	Всего		36	36		9	34	65	

Содержание разделов дисциплины:

1. Алгебра и логика высказываний

Понятие высказывания, простые составные высказывания, логические (пропозициональные) связи. Тождественно истинные, выполнимые и тождественно ложные формулы логики высказываний. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.

2. Логика предикатов и теории первого порядка

Предикаты и кванторы (первого порядка). Модели (интерпретации) для формул первого порядка. Свойства кванторов. Префиксная нормальная форма.

3. Булевы функции.

Булевы функции, суперпозиция и выразимость булевых функций, полные системы булевых функций. Проблемы полноты систем булевых функций и выразимости булевых функций. Арифметическое представление булевых функций и класс линейных функций. Функции, двойственные друг другу. Класс монотонных функций. Критерий полноты систем булевых функций: теорема Поста.

4. Нечеткая логика и конечные автоматы

Понятие нечеткого множества. Нечеткая логика. Понятие конечного автомата. Автоматные языки. Замкнутость класса автоматных языков относительно различных операций. Лемма о разрастании, необходимые условия автоматности языка.

5. Формализация понятия алгоритма и приложения.

Проблема формализации понятия алгоритма, основные подходы к ее решению. Машина Тьюринга как одна из возможных формализаций, тезис Черча-Тьюринга. Частично рекурсивные функции

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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.

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине (или ее разделе) 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 специалиста. 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 курса, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Семинар (семинарское занятие) – форма занятия, на котором происходит обсуждение студентами под руководством преподавателя заранее подготовленных докладов, рефератов, проектов. Семинар выполняет следующие функции: систематизация и обобщение знаний по изученному вопросу, теме, разделу (в том числе в нескольких учебных курсах); совершенствование умений работать с дополнительными источниками, сопоставлять изложение одних и тех же вопросов в различных источниках информации; умений высказывать свою точку зрения, обосновывать ее; писать рефераты, тезисы и планы докладов и сообщений, конспектировать прочитанное. План семинара озвучивается заранее и в нем обычно указываются основные вопросы, подлежащие рассмотрению и литература, рекомендуемая всем и отдельным докладчикам.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний по предложенному алгоритму

6. 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
- программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next");

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

а) основная:

1. Лавров, И. А., Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - 5-е изд., испр., М., Физматлит, 2006, 255с
2. Пруцков, А. В., Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / А. В. Пруцков, Л. Л. Волкова, М., КУРС: ИНФРА-М, 2020, 151с.

3. Белов, Ю. А., Лекции по математической логике и теории алгоритмов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / Ю. А. Белов, В. А. Соколов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2012, 138с
4. Белов, Ю. А., Лекции по математической логике и теории алгоритмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / Ю. А. Белов, В. А. Соколов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2013, 138с
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130404.pdf>

б) дополнительная:

1. Мендельсон, Э., Введение в математическую логику : пер. с англ. - 2-е изд., исправ., М., Наука, 1976, 320с
2. Белова, Л. Ю., Элементы теории множеств и математической логики : теория и задачи : учеб. пособие / Л. Ю. Белова, В. А. Башкин, Ю. А. Белов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2005, 78с
3. Белова, Л. Ю., Элементы теории множеств и математической логики [Электронный ресурс] : теория и задачи : учеб. пособие / Л. Ю. Белова, В. А. Башкин, Ю. А. Белов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2005, 78с
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20050269.pdf>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. www.wikipedia.org

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- 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.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

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 практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор(ы) :

Профессор кафедры ТИ, д.ф.-м.н. _____ / Тимофеев Е.А.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Математическая логика»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Варианты контрольной работы.

1. Проверьте правильность рассуждения: Если он принадлежит к нашей компании, то он храбр и на него можно положиться. Он не принадлежит к нашей компании, то он не храбр или же на него нельзя положиться.
2. В данном функционально полном классе булевых функций выделить все базисы
3. Дан язык. Выяснить является ли он автоматным.
4. Доказать, что функция является частично рекурсивной, но не примитивно рекурсивной $f(x,y) = x : y$, где деление понимается в обычном смысле.

1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Понятие высказывания, простые составные высказывания, логические (пропозициональные) связки.
2. Тождественно истинные, выполнимые и тождественно ложные формулы логики высказываний.
3. Связь равносильности формул с тождественной истинностью их эквивалентности.
4. Основные свойства логических связок (основные равносильности), алгебра логики.
5. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
6. Логика высказываний как множество тождественно истинных пропозициональных формул.
7. Предикаты и кванторы (первого порядка).
8. Модели (интерпретации) для формул первого порядка.
9. Свойства кванторов.
10. Префиксная нормальная форма.
11. Булевы функции, суперпозиция и выразимость булевых функций, полные системы булевых функций, основные примеры.
12. Проблемы полноты систем булевых функций и выразимости булевых функций.
13. Функционально полные классы булевых функций.
14. Классы функций, сохраняющих 0 и 1.
15. Арифметическое представление булевых функций и класс линейных функций.
16. Функции, двойственные друг другу, принцип двойственности, класс самодвойственных функций.
17. Класс монотонных функций.
18. Критерий полноты систем булевых функций: теорема Поста.
19. Понятие нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами и их свойства.

20. Нечеткая логика. Приложения нечетких множеств и нечеткой логики.
21. Понятие конечного автомата. Автоматные языки.
22. Замкнутость класса автоматных языков относительно различных операций.
23. Лемма о разрастании, необходимые условия автоматности языка.
24. Проблема формализации понятия алгоритма, основные подходы к ее решению.
25. Машина Тьюринга как одна из возможных формализаций, тезис Черча-Тьюринга.
26. Частично рекурсивные функции

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования,

описание шкалы оценивания

2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Математическая логика»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Формы преподавания дисциплины «Математическая логика» достаточно традиционны. Это лекции, как наиболее эффективный по времени путь передачи большого объема материала большой группе обучающихся. Как правило, студенты записывают в свои конспекты излагаемый на доске материал. Составление конспекта лекций и дальнейшая работа с ним при подготовке к занятиям выступает как значительная часть процесса обучения. Практические занятия обычно с лекциями дополняют друг друга. Проводятся в академических группах под руководством преподавателя. Основной целью является формирование у студентов понимания теоретического материала, изложенного на лекции, через решение упражнений и задач. Здесь преподавание строится на разумном для каждой темы сочетании коллективной работы группы с самостоятельной индивидуальной работой студентов. Допустима также работа в небольших группах по обсуждению серии взаимосвязанных вопросов обучаемым и коллективного поиска ответов на них.

Домашние задания подразделяются на текущие (задание к очередному практическому занятию или лекции) и долгосрочные, т.е. задания выдаются на длительный период с обязательным предъявлением результатов. К последним относятся задания, связанные с реализацией моделей на компьютере. Студенты регулярно получают задания по самостоятельному изучению некоторых вопросов курса, а также дополнительных его разделов, по чтению учебной литературы.

Групповые консультации проводятся перед контрольными мероприятиями (контрольные работы, зачетные работы, экзамены) для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, и т.д. при выполнении студентом учебных задач.

Перенос активности студентов на работу во внеаудиторное время связан с рядом трудностей, основная из которых - это неготовность к нему большинства студентов, особенно младших курсов. Поэтому на практических занятиях преподаватель старается приучить студента работать самостоятельно, отводя для этого около половины времени на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:

1. Формулировка целей занятия, основных вопросов, которые должны быть рассмотрены.
2. Опрос.
3. Решение нескольких типовых задач у доски.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Разбор ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

По результатам самостоятельного решения задач и по проверке подготовки студента к практическому занятию (письменный опрос по теории и проверка домашнего задания) студент получает оценку. По материалам темы проводится контрольная работа. Результаты выполнения этих заданий формируют оценку работы студента в конце семестра, которая составляет часть итоговой оценки на экзамене.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы

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

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.

2. 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.

3. Электронная каталогизация «Книгообеспеченность»

(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 каталогизация «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.