

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.06.2023 13:46:30

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4854fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 25 » 10

2022 г.



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ)

Методические указания к практическим занятиям для магистров направления
подготовки 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

Курск 2022

УДК 004

Составитель В.П. Добрица

Рецензент

Кандидат технических наук, Киселев А.В.

Математическая логика (дополнительные главы): методические указания к практическим занятиям для магистров направления подготовки 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.П. Добрица, Курск, 2022. 16 с.

Содержат методические указания для выполнения практических заданий.

Методические указания по структуре, содержанию и стилю изложения материала соответствуют методическим и научным требованиям, предъявляемым к учебным и методическим пособиям.

Предназначены для студентов направления подготовки 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60 x 84 1/16.
Усл. печ. л. Уч.- изд. л. Тираж 50 экз. Заказ 2143 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Введение

Важное значение для подготовки специалистов в области программной инженерии имеет дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов», которая являясь самостоятельным научным направлением, применяется для следующих целей:

- анализа и синтеза цифровых вычислительных машин и других дискретных автоматов, в том числе и интеллектуальных систем;
- анализа и синтеза формальных и машинных языков, для анализа естественного языка;
- анализа и формализации интуитивного понятия вычислимости;
- выяснения существования механических процедур для решения задач определённого типа;
- анализа проблем сложности вычислений.

Методы математической логики используются как при проектировании и создании компьютеров, так и при разработке программного обеспечения. Теория алгоритмов, теория формальных систем, логика предикатов являются основой многочисленных языков программирования. Синтез логики и компьютеров привел к возникновению баз данных и экспертных систем, что явилось важнейшим этапом на пути к созданию искусственного интеллекта.

1 Общие положения

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к базовой части дисциплин учебного плана направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» (профиль «Разработка программно-информационных систем»), изучается на 2-м курсе в 3-м и 4-м семестрах. Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа. Распределение часов по видам учебной работы приведено в таблице 1.

В дисциплине рассматриваются основные понятия математической логики и теории алгоритмов, вопросы использования языка математической логики для формализации знаний о предметных областях, методы математической логики, применяемые при решении прикладных задач, проблема оценки сложности алгоритмов.

Таблица 1 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	252
Контактная работа с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	108,25
в том числе:	
лекции	36
практические занятия	72
экзамен	0,15
зачет	0,1
Аудиторная работа (всего)	108
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	108
Контроль /экз. (подготовка к экзамену)	36

Видами аудиторной работы студентов при изучении дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» являются лекции и практические занятия.

2 Цель и задачи дисциплины

2.1 Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» является формирование знаний в области математической логики и теории алгоритмов, приобретение навыков формализации информации и алгоритмизации процесса её переработки при решении практических задач.

2.2 Задачи дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

- получение знаний в области классической логики высказываний и логики предикатов;
- изучение основ построения логического вывода на основе формализации суждений на естественном языке;
- изучение принципа логического программирования;
- изучение теоретических основ нечеткой, многозначных, модальных, темпоральных и алгоритмической логик, перспективах их применения в информационных и технических системах различного назначения;

- изучение основ теории алгоритмов, получение практических навыков анализа сложности алгоритмов.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Обучающиеся должны **знать**:

- основные понятия математической логики и теории алгоритмов, методы математической логики, используемые при решении прикладных задач.

уметь:

- использовать язык математической логики для формализации знаний о предметных областях, методы математической логики, определять временную и емкостную сложность алгоритмов.

владеть:

- навыками применения изученных методов для решения практических задач, связанных с формализацией информации и алгоритмизацией процесса её переработки.

4 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

У обучающихся формируются следующие компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования (ПК-12);
- готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности (ПК-13);
- способность оценивать временную и емкостную сложность программного обеспечения (ПК-20).

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам

5.1 Содержание дисциплины

Содержание дисциплины и основные вопросы тем дисциплины приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание дисциплины

№	Наименование темы	Основные вопросы
1	2	3
1	Логика высказываний.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высказывание. 2. Логические операции над высказываниями. 3. Пропозициональные буквы, связки и формы. 4. Построение таблиц истинности. 5. Тавтологии, противоречия, выполнимые формы. 6. Равносильность пропозициональных форм. 7. Зависимости между пропозициональными связками. 8. Нормальные формы. 9. Совершенные нормальные формы. 10. Приложение алгебры высказываний к синтезу и анализу контактных схем. 11. Функция проводимости двухполюсника.
2	Логика предикатов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие предиката. 2. Кванторы. 3. Формулы логики предикатов. 4. Правила внесения отрицания под знак квантора. 5. Интерпретация. 6. Значение формулы в заданной интерпретации. 7. Модель. 8. Логически общезначимые формулы, противоречия, выполнимые формулы. 9. Равносильные формулы. 10. Правила переименования свободных и связанных переменных. 11. Правила вынесения кванторов за скобки. 12. Предваренная нормальная форма.
3	Логическое следствие и проблема дедукции.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Логическое следствие и проблема дедукции в логике высказываний. 2. Резольвента дизъюнктов логики высказываний. 3. Метод резолюций в логике высказываний. 4. Полнота метода резолюций. 5. Стратегия вычеркивания. 6. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов. 7. Логическое следствие и проблема дедукции в логике предикатов. 8. Сколемовская стандартная форма. 9. Подстановка и унификация. 10. Алгоритм унификации. 11. Резольвента дизъюнктов логики предикатов.

№	Наименование темы	Основные вопросы
1	2	3
		12. Метод резолюций в логике предикатов. 13. Полнота метода резолюций.
4	Дедуктивные теории.	1. Дедуктивные теории. 2. Свойства дедуктивных теорий. 3. Исчисление высказываний. 4. Некоторые теоремы исчисления высказываний. 5. Теорема дедукции в исчислении высказываний. 6. Производные правила вывода в исчислении высказываний. 7. Свойства исчисления высказываний. 8. Теории первого порядка. 9. Исчисление предикатов. 10. Теорема дедукции в исчислении предикатов. 11. Свойства исчисления предикатов.
5	Неклассические логики.	1. Трёхзначные логики (Лукаевича, Гейтинга, Рейхенбаха, Бочвара, Клини). 2. Многозначные логики (Поста, Лукаевича). 3. Понятие нечёткого множества. 4. Нечёткие высказывания. 5. Операции над нечёткими высказываниями. 6. Понятие о нечёткой лингвистической логике. 7. Модальные логики (Льюиса, Аккермана). 8. Темпоральные логики (Прайора, Леммона, фон Вригта). 9. Алгоритмическая логика Хоара.
6	Теория алгоритмов.	1. Неформальное понятие алгоритма. 2. Алфавит, слова, алгоритм в алфавите. 3. Вполне эквивалентные алгоритмы. 4. Нормальный алгоритм (алгоритм А.А. Маркова). 5. Функции частично вычислимые и вычислимые по Маркову. 6. Замыкание, распространение нормального алгоритма. 7. Операции над нормальными алгоритмами. 8. Машина Тьюринга. 9. Задание машины Тьюринга. 10. Алгоритм Тьюринга. 11. Вычислимость по Тьюрингу. 12. Связь между машинами Тьюринга и нормальными алгоритмами. 13. Основная гипотеза теории алгоритмов.

№	Наименование темы	Основные вопросы
1	2	3
		14. Проблема алгоритмической неразрешимости. 15. Примитивно рекурсивные и общерекурсивные функции. 16. Частично рекурсивные функции. 17. Лямбда-исчисление.
7	Сложность вычислений.	1. Понятие о сложности вычислений. 2. Временная сложность вычислений. 3. Полиномиальные алгоритмы и задачи. 4. Класс P. 5. NP класс. 6. NP-полные и NP-трудные задачи. 7. Класс E. 8. Емкостная сложность алгоритма.

5.2 Практические занятия

Наименования практических занятий дисциплины представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия
1	2
1	Формулы логики высказываний. Построение таблиц истинности.
2	Преобразование формул логики высказываний.
3	Нормальные формы. Тождественность, выполнимость формул логики высказываний.
4	Совершенные нормальные формы.
5	Приложение алгебры высказываний к синтезу и анализу контактных схем.
6	Предикаты. Кванторы. Формулы логики предикатов.
7	Интерпретация. Значение формулы логики предикатов в заданной интерпретации.
8	Логически общезначимые формулы, противоречия, выполнимые формулы.
9	Равносильные формулы. Преобразование формул логики предикатов.
10	Предваренная нормальная форма.
11	Логическое следствие в логике высказываний.
12	Метод резолюций в логике высказываний.
13	Логическое следствие в логике предикатов.
14	Стандартная форма формулы логики предикатов.
15	Метод резолюций в логике предикатов.

№	Наименование практического занятия
1	2
1	Формулы логики высказываний. Построение таблиц истинности.
16	Вывод формул в исчислении высказываний.
17	Вывод формул в исчислении предикатов.
18	Многозначные логики.
19	Нечёткая лингвистическая логика.
20	Алгоритмическая логика Хоара.
21	Нормальный алгоритм.
22	Машина Тьюринга.
23	Примитивно рекурсивные и общерекурсивные функции. Частично рекурсивные функции.
24	Сложность вычислений.

6 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений и навыков

Для текущего контроля по дисциплине, в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы, применяется следующий порядок начисления баллов (таблица 4):

Таблица 4 – Порядок начисления баллов

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Практическое занятие №1. Формулы логики высказываний. Построение таблиц истинности.	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	2	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №2. Преобразование формул логики высказываний.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №3. Нормальные формы. Тождественность, выполнимость формул логики высказываний.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №4. Совершенные нормальные формы.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%

Продолжение таблицы 4

Практическое занятие №5. Приложение алгебры высказываний к синтезу и анализу контактных схем.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №6. Предикаты. Кванторы. Формулы логики предикатов.	1	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	2	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №7. Интерпретация. Значение формулы логики предикатов в заданной интерпретации.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №8. Логически общезначимые формулы, противоречия, выполнимые формулы.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №9. Преобразование формул логики предикатов.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №10. Предваренная нормальная форма.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №11. Логическое следствие в логике высказываний.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №12. Метод резолюций в логике высказываний.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №13. Логическое следствие в логике предикатов.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Продолжение таблицы 4

Практическое занятие №14. Стандартная форма формулы логики предикатов.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №15. Метод резолюций в логике предикатов.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №16. Вывод формул в исчислении высказываний.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №17. Вывод формул в исчислении предикатов.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №18. Многозначные логики.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №19. Нечёткая лингвистическая логика.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №20. Алгоритмическая логика Хоара.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №21. Нормальный алгоритм.	3	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	6	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №22. Машина Тьюринга.	3	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	6	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%
Практическое занятие №23. Примитивно рекурсивные и общерекурсивные функции. Частично рекурсивные функции.	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%

Продолжение таблицы 4

Практическое занятие №24. Сложность вычислений.	2	Выполнил, доля правиль- ных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правиль- ных ответов не менее 50%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	0		36	
Итого	24		100	

7 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена посредством тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 5. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%).

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

В варианты КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине студент обязан набрать не менее 24 баллов (без учёта баллов за посещаемость и премиальных баллов) при условии выполнения рабочей программы дисциплины в требуемом объёме.

Если количество набранных студентом баллов не менее 50, то студенту выставляется зачет. Если количество набранных студен-

том баллов менее 50, то повышение набранных баллов осуществляется на зачете.

На зачете или экзамене студент может набрать от 0 до 36 баллов, которые суммируются с баллами за посещаемость, успеваемость, премиальными баллами преподавателя и деканата.

На экзамене оценка «отлично» выставляется, если итоговая сумма баллов не менее 85. Оценка «хорошо» выставляется, если итоговая сумма баллов не менее 70, но не более 84. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если итоговая сумма баллов не менее 50, но не более 69. Студент, получивший суммарную рейтинговую оценку по дисциплине менее 50 баллов, аттестуется неудовлетворительно, и ему предоставляется возможность ликвидировать задолженность по дисциплине в дни переэкзаменовок или по индивидуальному графику не более трех раз.

8 Задания на практическую работу

Задания на практическую работу включают содержательные постановки задач в некоторой предметной области, которые каждый студент получает у преподавателя в соответствии с перечнем наименований практических занятий.

9 Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям

Практические занятия – один из видов практического обучения, имеющий целью систематизацию, закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, и формирование практических умений и навыков.

Практические занятия способствуют более глубокому пониманию теоретического материала учебного курса, а также развитию, формированию и становлению различных уровней профессиональной компетентности студентов.

Практическая работа заключается в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий, направленных на усвоение основ дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов», приобретение практических навыков решения примеров и задач.

При выполнении практических работ необходимо показать умелое применение полученных в процессе обучения знаний,

навыков при решении задач, способность самостоятельно работать с научно-технической и справочной литературой.

Выполнение практической работы студенты производят в письменном виде, оформляя отчеты в отдельной тетради для практических работ. Отчет предоставляется преподавателю, ведущему данную дисциплину для проверки.

Студенту рекомендуется при изучении темы пользоваться основной и дополнительной литературой, необходимо конспектировать лекции, изучать методические рекомендации, издаваемые кафедрой.

Усвоение курса требует умения использовать теоретические знания для системного анализа проблем, решения практических задач, связанных с формализацией и алгоритмизацией процессов получения, переработки информации.

При возникновении сложностей по усвоению программного материала необходимо посещать консультации по дисциплине, задавать уточняющие вопросы на лекциях и практических занятиях.

10 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов, обучающихся по данной дисциплине, организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной литературой в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-

методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:
- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
- заданий для самостоятельной работы;
- тем рефератов и докладов;
- вопросов к зачету, методических указаний к выполнению практических работ, тематических материалов для самостоятельного изучения дисциплины и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании учебной и методической литературы.

11 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Основная учебная литература

1. Игошин, В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов [Текст]: учебное пособие / В. И. Игошин. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 304 с.

2. Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс]: учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. – 3-е изд. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 254 с. – Режим доступа: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676).

11.2 Дополнительная учебная литература

3. Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст]: учебное пособие / В. И. Игошин. – М.: Академия, 2004. – 448 с.

4. Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст]: учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 224 с.

5. Шапорев, С. Д. Математическая логика [Текст]: курс лекций и практических занятий / С. Д. Шапорев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

11.3 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

«Информатика и её применения»;

«Известия высших учебных заведений. Приборостроение»;

«Известия РАН. Теория и системы управления»;

«Известия Юго-Западного государственного университета».

12 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». – Режим доступа: <http://window.edu.ru/library>.

2. Информационная система Math-Net.Ru – инновационный проект Математического института им. В. А. Стеклова РАН. – Режим доступа: <http://www.mathnet.ru>.

3. Образовательный сайт Exponenta. – Режим доступа: <http://www.exponenta.ru>.

4. Образовательный сайт Life-prog. – Режим доступа: <http://www.life-prog.ru>.

5. Электронная библиотека ЮЗГУ. – Режим доступа: <http://www.lib.swsu.ru>.

6. Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий IQlib. – Режим доступа: <http://www.iqlib.ru/>.

7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» . – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.