

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИКНК
_____ Д.П. Зегжда
«17» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Математическая логика»

Разработчик	Высшая школа программной инженерии
Направление (специальность) подготовки	09.03.04 Программная инженерия
Наименование ООП	09.03.04_01 Технология разработки и сопровождения качественного программного продукта
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Образовательный стандарт	СУОС
Форма обучения	Очная

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

_____ А.В. Петров
«01» апреля 2025 г.

Соответствует СУОС

Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШПИ"
от «01» апреля 2025 г. № 1

РПД разработали:

Доцент, к.т.н. И.В. Шошмина

Профессор, д.т.н., проф. Е.Б. Александрова

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины "Математическая логика и теория алгоритмов" является формирование представлений о математических моделях, методах, алгоритмах классической логики и ее применений в информатике.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-1	Способен проводить сбор и анализ требований к программному обеспечению и разрабатывать технические спецификации на его компоненты
ИД-1 ПК-1	Определяет виды требований к ПО и выбирает методы сбора требований из разных источников информации
ИД-2 ПК-1	Анализирует возможности реализации требований к программному обеспечению, их трудоемкость и определяет ограничения системы
ИД-3 ПК-1	Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие на основе исходных данных бизнес-процессов заказчика
ПК-13	Способен разрабатывать приложения с использованием стандартных методов анализа, моделирования, обработки данных и производить их масштабирование
ИД-8 ПК-13	Использует принципы математической логики для формализации задач профессиональной деятельности

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает основные виды требований к программному обеспечению
- Знает способы оценки реализуемости требований с учетом заданных ограничений
- Знает основные принципы разработки спецификаций и формирования ограничений для компонентов программного обеспечения
- Знает основные алгебраические законы, связывающие формулы логик, а также основные задачи математической логики и границы их применимости в технических системах

умения:

- Умеет проводить анализ и детализацию требований

- Умеет оценить реализуемость требований с учетом заданных ограничений в конкретной среде программирования
- Умеет разрабатывать спецификации для отдельных компонент программного обеспечения в рамках поставленных задач
- Умеет формализовать техническую задачу на языке конкретной математической логики

навыки:

- Владеет основными методами сбора и разработки требований
- Владеет навыками определения реализуемости требований к программному обеспечению с учетом конкретных библиотек и среды программирования
- Владеет методами обзора спецификаций для проверки их корректности и полноты
- Владеет методами решения задач математической логики

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Математическая логика» не связана ни с одним модулем учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Дискретная математика

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	2
Электронная форма (ЭЛек)	27
Практические занятия	14
Электронная форма (ЭПр)	24
Контроль самостоятельной работы	11
Самостоятельная работа	33
Часы на контроль	16
Промежуточная аттестация (экзамен)	11
Курсовое проектирование	6
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	144, ач
	4, зет

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Оценка, шт.	1
Курсовые работы, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма					
		Л е к, а ч	П р, а ч	Э Л е к, а ч	Э П р, а ч	К С Р, а ч	С Р, а ч
1.	Мотивация изучения математической логики	2	1	1	1	1	1
2.	Булевы функции	0	1	2	1	1	1
3.	Нормальные формы представления булевых функций	0	1	2	1	1	2
4.	Теорема Поста	0	1	2	1	1	2
5.	Применение булевых функций	0	1	2	2	1	2
6.	Бинарные решающие диаграммы	0	1	2	2	1	3
7.	Конечные автоматы и их применение	0	1	2	2	1	2
8.	Основные понятия логики высказываний	0	1	2	2	1	3
9.	Логический вывод в логике предикатов	0	1	2	2	1	3
10.	Введение в логику предикатов	0	1	2	2	1	4
11.	Логический вывод в логике предикатов	0	1	2	2	1	3
12.	Аксиоматические теории	0	1	2	2	0	1
13.	Дедуктивная верификация программ	0	1	2	2	0	3
14.	Проверка корректности реагирующих программ	0	1	2	2	0	3
Итого по видам учебной работы:		2	1 4	2 7	2 4	1 1	3 3
Экзамены, ач							1 6
Часы на контроль, ач							1 6
Курсовое проектирование		6					

Промежуточная аттестация (экзамен)	11
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет	144 / 4

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Мотивация изучения математической логики	Знания: значение математической логики для программиста Умение: работать самостоятельно с дистанционной лекционной частью дисциплины
2. Булевы функции	Знания: о представлении конечных преобразователей в виде булевых функций, знать основные логические связки булевых функций, формулировку основной теоремы теории двоичных функций, свойства булевых функций Умения: оценить количество значений булевой функции и количество булевых функций при заданном числе переменных, доказать лемму Шеннона, определить свойство булевой функции, используемой в аналитическом преобразовании Навыки: построить синтаксическое дерево по булевой формуле, определить значения булевой функции с помощью таблицы истинности, семантического дерева
3. Нормальные формы представления булевых функций	Знания: правила представления двоичных функций в дизъюнктивной нормальной форме, конъюнктивной нормальной форме, в виде полинома Жегалкина, принципы построения карты Карно, алгоритмы перехода от любой из нормальных форм к другой нормальной форме булевой функции Умения: определить форму представления булевой функции, сформулировать задачу минимизации булевой функции, определить применимость карт Карно для решения задачи минимизации Навыки: перейти от любой из нормальных форм к другой нормальной форме булевой функции, минимизировать булеву функцию с помощью карт Карно
4. Теорема Поста	Знания: что такое суперпозиция функционально полные множества, замкнутые классы двоичных функций, базис двоичных функций; формулировка теоремы Поста Умения: перечислить общеупотребимые базисы двоичных функций, определить максимальное количество булевых функций в базисе Навыки: определить, к каким замкнутым классам относится двоичная функция, является ли множество двоичных функций функционально полным, достроить множество двоичных функций до базиса; выразить двоичную функцию в заданном базисе

5. Применение булевых функций	<p>Знания: что двоичные функции используются в качестве механизма абстракции</p> <p>Умения: формализовать инженерные задачи на естественном языке в виде двоичных функций</p> <p>Навыки: построить двоичную функцию, как релейно-контактную схему</p>
6. Бинарные решающие диаграммы	<p>Знания: что такое проблема экспоненциального роста представления двоичных функций, представление двоичной функции в виде бинарных решающих диаграмм, символьное представление множеств и отношений</p> <p>Умения: построить бинарную решающую диаграмму по заданному конечному множеству, сформулировать задачу достижимости на множестве в символьном виде</p> <p>Навыки: построить бинарную решающую диаграмму по таблице истинности, по аналитическому представлению функции</p>
7. Конечные автоматы и их применение	<p>Знания: что такое конечный автомат, преобразователь информации с памятью</p> <p>Умения: построить по заданному конечному автомату его программную и аппаратную реализацию и обратно</p> <p>Навыки: построить конечный автомат простейших технических устройств в графическом, табличном, символьном виде</p>
8. Основные понятия логики высказываний	<p>Знания: синтаксис и семантика логики высказываний, основные задачи логики высказываний, типы логических формул, знать структуру простейших математических доказательств</p> <p>Умения: преобразовывать высказывания на естественном языке в логические формулы и обратно, определять тип логических формул</p> <p>Навыки: решать задачи, сводящиеся к поиску значения двоичной функции на заданном наборе значений переменных, задачи эквивалентности логических формул</p>

<p>9. Логический вывод в логике предикатов</p>	<p>Знания: что такое логическое следствие из множества высказываний, силлогизмы Аристотеля, формулировка основной теоремы логического вывода, логический вывод, правило резолюции, метод резолюции, SAT, DPLL, хорновские дизъюнкты</p> <p>Умения: формализовывать математическую импликацию из фраз естественного языка, определять максимально сильное следствие из заданного набора высказываний, определять источник неадекватности формализации фраз естественного языка</p> <p>Навыки: определять методом резолюции является ли заданное утверждение логическим следствием заданного набора фактов, уметь формализовывать и решать задачи логического вывода с неявно заданными фактами</p>
<p>10. Введение в логику предикатов</p>	<p>Знания: синтаксис и семантика логики предикатов, проблема эквивалентности формул логики предикатов, ограниченные кванторы</p> <p>Умения: формализовать высказывания на естественном языке с помощью кванторов существования и всеобщности, ограниченных кванторов, определить контрпозицию формулы логики предикатов</p> <p>Навыки: определить модель формулы логики предикатов, определить область выполнимости простейших формул логики предикатов, эквивалентно преобразовывать формулы логики предикатов</p>
<p>11. Логический вывод в логике предикатов</p>	<p>Знания: категорические силлогизмы Аристотеля, постановка задачи логического вывода в логике предикатов, Сколемовская стандартная форма, унификация атомарных предикатов, ограничения метода резолюции логики предикатов, принципы логического программирования</p> <p>Умения: определить форму представления формулы логики предикатов (предваренная нормальная, Сколемовская), выделить этапы метода резолюций логики предикатов, определить силлогизмы Аристотеля</p> <p>Навыки: преобразовать формулу в предваренную нормальную форму, Сколемовскую стандартную, унифицировать атомарные предикаты, применить метод резолюции в логике предикатов</p>
<p>12. Аксиоматические теории</p>	<p>Знания: основные понятия, компоненты аксиоматических теорий, свойства аксиоматических теорий, аксиоматическая теория Гильберта</p> <p>Умения: привести примеры аксиоматических теорий в исчислении высказываний</p>

13. Дедуктивная верификация программ	<p>Знания: принципы описания программы как преобразователя предикатов, условия корректности слабейшего предусловия, сильнейшего постусловия, разница между частичной и тотальной корректностью программ</p> <p>Умения: сформулировать частичную или тотальную корректность программы</p> <p>Навыки: построить сильнейшее постусловие, слабейшее предусловие для оператора присваивания</p>
14. Проверка корректности реагирующих программ	<p>Знания: принципы построения и формализации реагирующих программ, сложность доказательства корректности реагирующих программ, синтаксис и семантика темпоральных логик LTL, CTL, формулировка отношения выполнимости формул LTL, CTL на структурах переходов</p> <p>Умения: отличать реагирующую и преобразующую программы, отличать формулы в LTL и CTL, формализовывать высказывания естественного языка в виде формул LTL, CTL</p> <p>Навыки: определять выполняется ли формула LTL на заданной последовательности</p> <p>Знания: идея алгоритма проверки модели для CTL, базисы CTL, переход к символьным вычислениям в алгоритме проверки CTL</p> <p>Умения: сделать вывод о корректности CTL формулы на заданной структуре переходов</p> <p>Навыки: проверить корректности CTL формулы на заданной структуре переходов аналитически и с помощью бинарных решающих диаграмм</p>

5. Образовательные технологии

В преподавании курса используются преимущественно традиционные образовательные технологии: лекционные, лабораторные аудиторные занятия. Объем лекционных занятий составляет 11 % общего объема аудиторных занятий.

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

7. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Булевы функции	1
2.	Нормальные формы представления булевых функций	1
3.	Теорема Поста	1
4.	Применение булевых функций	1
5.	Бинарные решающие диаграммы	1
6.	Конечные автоматы и их применение	1
7.	Основные понятия логики высказываний	1
8.	Логический вывод в логике высказываний	1
9.	Основные понятия логики предикатов	1
10.	Логический вывод в логике предикатов	1
11.	Дедуктивная верификация программ	2
12.	Проверка корректности реагирующих программ	2
Итого часов		14

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- сформировать знания, умения, навыки использования базовых понятий, методов, алгоритмов классической математической логики при решении формализованных задач фундаментальной информатики;
- сформировать знания, умения, навыки использования базовых понятий, методов, алгоритмов классической математической логики при решении задач, связанных с информационными технологиями;

- сформировать устойчивую основу навыков и умений для непрерывного самостоятельного совершенствования в профессиональной деятельности за счёт знания и понимания фундаментальных математических основ классической логики;
- сформировать знания, умения и навыки практической реализации алгоритмов математической логики с использованием современных прикладных программных пакетов.

1. Внеаудиторная самостоятельная работа. Для решения указанных задач студентам предоставляются презентации лекций, что позволяет, в частности, повторить теоретический материал до лабораторных занятий. Презентации содержат подробный текст, объясняющий основные положения лекции, и детальное описание решение разнообразных задач. На одну лекцию приводится решение не менее 5 задач. Студент может самостоятельно проверить качество освоения материала, решив задачу и сверив решение с приведенным в презентации. Кроме того, студентам предоставляется сборник задач. Предполагается, что студент решает задачи дома. В случае, если студент не справился самостоятельно с задачей, то можно проконсультироваться с преподавателем во время лабораторного занятия.

Перечень тем лекционного материала и задач, предоставляемых для самостоятельной работы с самоконтролем, совпадает с п. 4.1, 6. Основным **методом контроля** здесь является самоконтроль.

2. Аудиторная самостоятельная работа. Во время занятия студентам выдаются задачи, дается время на самостоятельное решение, после этого результат проверяется выборочно у доски.

Проверка текущей успеваемости производится по результатам письменных самостоятельных контрольных работ. Предусмотрено 2 контрольных работы. Контрольные работы проводятся по следующим темам:

1. Преобразования логической функции. Задаются задачи по темам из раздела “ Введение в теорию двоичных функций ” п. 4.1.
2. Решение задач эквивалентности и логического вывода в логике высказываний и в логике предикатов. Задаются задачи по темам из разделов “Логика высказываний”, “Логика предикатов” п. 4.1.

Каждая из контрольных работ содержит не менее 5 задач. Используемый **метод контроля** – преподавательский контроль.

3. Творческая самостоятельная работа студентов (ТСРС) состоит в подготовке индивидуальной курсовой работы.

Курсовая работа посвящена решению задачи программирования в ограничениях, определенной как задача SAT. Задается сложное отношение выполнимости на конечном множестве, ограничения. Студент должен формализовать условие задачи, написать программу с использованием заданного преподавателем пакета, найти решение набор значений переменных, удовлетворяющих условию. Количество двоичных переменных колеблется в диапазоне от 96 до 175 штук, что не позволяет решить задачу без использования пакета. Творческий элемент работы связан с интерпретацией задачи: студент должен придумать условие задачи на естественном языке, а впоследствии и корректно объяснить решение в соответствии со своей интерпретацией. Также студенту предоставляется возможность добавить/удалить ограничения, чтобы решение было единственным. Индивидуальность курсовой работы обеспечивается параметрическим заданием отношения выполнимости и ограничений.

При выполнении курсовой работы студент самостоятельно осваивает пакет, решающий задачи математической логики. По результатам курсовой работы студент готовит отчет. В отчете студент описывает предлагаемое решение задачи математической логики и опыт, полученный при программировании этой задачи. Этот вид работ позволяет студенту применить теоретические знания на практике, получить опыт использования программного пакета, а также формирует у него навык письменного оформления результатов инженерных работ. **Методом контроля** здесь является защита курсовой работы.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	2
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Итого текущей СР:	22
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	11
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	0
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	11
Общая трудоемкость СР:	33

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://openedu.ru/course/spbstu/MATLOG/>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Карпов Ю.Г. Model checking. Верификация параллельных и распределенных программных систем: СПб.: БХВ-Петербург, 2010.	2010	ИБК СПбПУ
2	Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера: СПб. [и др.]: Лань, 2009.	2009	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Конспект лекций: <https://openedu.ru/course/spbstu/MATLOG/>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Используется набор свободно распространяемых программ BuDDY

Для доступа к ресурсам курса используется национальная образовательная платформа openedu.ru

<https://openedu.ru/course/spbstu/MATLOG/>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При выполнении лабораторных и курсовых работ используется дисплейный класс персональных машин общего назначения.

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Математическая логика» формой аттестации является экзамен. Дисциплина реализуется с применением системы индивидуальных достижений.

Текущий контроль успеваемости

Максимальное значение персонального суммарного результата обучения (ПСРО) по приведенной шкале - 100 баллов

Максимальное количество баллов приведенной шкалы по результатам прохождения двух точек контроля - 80 баллов.

Подробное описание правил проведения текущего контроля с указанием баллов по каждому контрольному мероприятию и критериев выставления оценки размещается в СДО в навигационном курсе дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Максимальное количество баллов по результатам проведения аттестационного испытания в период промежуточной аттестации – 20 баллов приведенной шкалы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с расписанием.

Экзамен проводится в форме теста с задачами, покрывающими все разделы дисциплины. При оценке результатов экзамена обращается внимание на качество решения задач: задачи должны быть решены так, чтобы полностью прослеживалась причинно-следственная связь, приводящая к результату. Задачи без решения оцениваются неудовлетворительно независимо от ответа.

Результаты промежуточной аттестации, определяются на основе баллов, набранных в рамках применения, СИД

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
0 - 60 баллов	Неудовлетворительно/не зачтено
61 - 75 баллов	Удовлетворительно/зачтено
76 - 89 баллов	Хорошо/зачтено

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
90 и более	Отлично/зачтено

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При изучении курса необходимо добиться полного и сознательного усвоения теории, научиться применять ее к решению задач.

Приступая к изучению каждого нового раздела курса, прежде всего, следует ознакомиться с содержанием темы по программе и методическим указаниям, уяснить объем темы и последовательность рассматриваемых в ней вопросов.

При изучении рекомендуется просматривать весь материал темы, чтобы составить о нем первоначальное представление.

Приступая впервые к работе над учебником, необходимо предварительно ознакомиться с ним. Оглавление книги укажет на её содержание, предисловие и введение дадут представление о содержании книги, а беглый просмотр поможет узнать, какие в книге имеются таблицы, схемы, графики и другой иллюстративный материал.

При работе над книгой студенту необходимо выделять в тексте главное, разбираться в закономерностях, выводах формул. При чтении книги нужно внимательно рассматривать имеющийся в ней иллюстративный материал.

Закончив изучение темы, прежде чем переходить к следующей, следует ответить на вопросы и тесты по данной теме, помещенные в конце соответствующей главы и предназначенные для самопроверки приобретенных знаний. Изучение материала учебника должно сопровождаться выполнением содержащихся в нем (или методических указаниях) упражнений и решением задач, относящихся к рассматриваемой теме.

При изучении курса должно уделяться особое внимание тем приложениям, в которых используются рассматриваемые математические концепции.

Достоинства балльно-рейтинговой системы:

- повышение общей посещаемости занятий студентами;
- возрастание активности студентов во время аудиторных занятий;
- мобилизация студентов на работу в течение учебного года по всем заданным параметрам освоения материала;
- развитие самостоятельности учащихся в определении темпа и интенсивности работы в течение семестра;
- повышение объективности контроля над успеваемостью учащихся со стороны преподавателя;
- достижение прозрачности системы оценки успеваемости студента.

Задачи экзамена даются из сборника задач, т.о. студент, самостоятельно решавший задачи в задачнике, успешно справляется с экзаменом.

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.