

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая логика и теория алгоритмов

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Форма обучения: очная

Год обучения: 1 семестр: 1, 2

№	Вид деятельности	Семестр	
		1	2
1	Лекции, час.	32	32
2	Практические занятия, час.	32	32
3	Лабораторные занятия, час.		
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	66	66
5	в электронной форме, час.		
6	из них аудиторных занятий, час.	64	64
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	64	64
8	консультаций, час.	2	2
9	Самостоятельная работа, час.	40	76
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	16	32
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	Э 2	Э 2
12	Всего зачетных единиц ¹	3	4

Новосибирск 2019

¹ С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки №929 от 19.09.2017.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули), обязательная часть, обязательная дисциплина.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 02.07.2019, протокол № 75.

Программу разработал:

заведующий кафедрой общей информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



Д.Е. Пальчунов

Заведующий кафедрой общей информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



Д.Е. Пальчунов

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ по очной форме обучения на русском языке.

Место в образовательной программе: Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин: «Алгебра и геометрия» (общие сведения из теории групп, полей и колец, эти знания необходимы для освоения материала 2-го семестра дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»).

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» является базовой для освоения дисциплин: «Логические основы программирования», «Дискретная математика», «Основы объектно-ориентированного программирования», «Методы трансляции и компиляции», «Логические методы в инженерии знаний».

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» реализуется в 1, 2 семестрах в рамках обязательной части дисциплин (модулей) Блока 1 и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» направлена на формирование компетенций:

Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения (ОПК-8), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ОПК-8.2 - Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули.

Перечень основных разделов дисциплины: В рамках дисциплины изучаются основы теории множеств, логика высказываний, логика предикатов, исчисление высказываний и исчисление предикатов, основы теории моделей, основы теории доказательств и теории алгоритмов.

При освоении дисциплины студенты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа. В учебном процессе предусматривается использование активных форм проведения занятий.

Самостоятельная работа включает: подготовку к практическим занятиям по разделам дисциплины, подготовку к контрольным работам и подготовку к экзамену.

Общий объем дисциплины – 7 зачетных единиц (252 часа).

Правила аттестации по дисциплине. По дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» проводится текущая и промежуточная аттестация.

Текущая аттестация по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» осуществляется на практических занятиях и заключается в проверке выполнения домашнего задания, выдаваемого в течение семестра после каждого семинара. На семинарских занятиях используются технологии мониторинга качества образования студентов: опросные методы, анализ выполнения домашних заданий, контрольные

работы. По результатам работы на семинарских занятиях собирается портфолио студента. Оценка «зачтено» по результатам защиты портфолио является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» проводится по завершению каждого периода ее освоения (семестра) в виде устного экзамена. Билеты на экзамене состоят из двух вопросов из разных разделов курса.

В каждом семестре результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»:

Д.Е.Пальчунов. Математическая логика и теория алгоритмов. Часть первая. // Учебное пособие, Новосибирск, НГУ, 2016, 96 стр.

URL: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-1133/page001.pdf>

Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов, изд.3, 247 стр. Издательство: Физматлит, 1995. ISBN 502014811X

URL: https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_38661#1

1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

Компетенция ОПК-8 - Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения, в части следующих индикаторов достижения компетенции:
ОПК-8.2 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практик и / семинар ы	Самостоятель ная работа
ОПК-8.2 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули.			
1. Знать основы теории множеств, логики высказываний, логики предикатов, исчисления высказываний и исчисления предикатов, основы теории моделей, теории доказательств и теории алгоритмов.	+	+	+
2. Уметь применять на практике теоретические знания по математической логике и теории алгоритмов, уметь решать задачи по математической логике, теории моделей, теории доказательств и теории вычислимости, уметь переводить на формальный язык содержательные математические утверждения, уметь проверять истинность утверждений, записанных на формальном языке.		+	+

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
1. Основы теории множеств: Множества и операции над ними. Простейшие теоретико-множественные тождества.	2	2	1
2. Логика высказываний: Язык логики высказываний. Понятие формулы. Таблицы истинности. Эквивалентность формул. Связь теоретико-множественных тождеств и тождеств логики высказываний. Основные тождества логики высказываний и теории множеств. Нормальные формы. Приведение формулы к СДНФ и СКНФ.	2	2	1
3. Логика предикатов: Понятие алгебраической системы, алгебры, модели. Примеры. Термы и формулы логики предикатов. Истинность формулы на модели. Тождественно истинные и выполнимые формулы. Семантическая эквивалентность формул. Основные тождества логики предикатов.	4	4	1
4. Отношения и функции: Предпорядок, отношения эквивалентности и частичного порядка. Эквивалентность и разбиение, фактор-множество. Максимальные и минимальные, наибольшие и наименьшие элементы, точная верхняя и нижняя грани. Понятие решетки.	4	4	1
5. Булевы алгебры: Множество-степень, понятие и основные свойства булевой алгебры. Примеры. Атомные и безатомные элементы булевых алгебр. Конечные булевы алгебры, теорема Стоуна для конечных булевых алгебр.	4	4	1
6. Мощность множества: Понятие равномощности множеств. Теорема Кантора-Бернштейна. Теорема Кантора. Бесконечность класса бесконечных мощностей. Парадоксы теории множеств.	4	4	1
7. Счетные и континуальные множества: Счётные множества. Счётность множества слов в счётном алфавите. Континуум. Несчётность множества вещественных чисел. Равномощность множества вещественных чисел и множества всех подмножеств множества натуральных чисел. Континуум-гипотеза и обобщённая континуум-гипотеза. Ординальные и кардинальные числа.	4	4	1
8. Машины Тьюринга: Понятие алгоритма. Вычислимые функции. Машины Тьюринга. Операторы над машинами Тьюринга. Функции, вычислимые на машинах Тьюринга.	2	2	1
9. Частично рекурсивные функции: Операторы	2	2	1

суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Примитивно-рекурсивные, общерекурсивные и частично-рекурсивные функции. Канторовская нумерация.			
10. Секвенциальное исчисление высказываний: Аксиомы и правила вывода. Допустимые правила вывода. Теорема о корректности. Теорема о подстановке. Теорема о замене. Теорема о существовании КНФ. Теорема о полноте исчисления секвенций.	4	4	1
Итого:	32	32	

Таблица 3.2

Темы лекций	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
1. Исчисление высказываний гильбертовского типа: Аксиомы и правила вывода. Теорема об эквивалентности исчисления секвенций и исчисления высказываний гильбертовского типа. Теорема о дедукции.	2	2	1
2. Гомоморфизмы: Гомоморфизм и изоморфизм алгебраических систем. Изоморфное вложение.	2	2	1
3. Подмодели. Основная теорема о гомоморфизмах: Теорема о существовании наименьшей подмодели. Теорема о подмодели, порождённой множеством термов. Сохранение истинности формул на подмоделях. Конгруэнции. Теорема о факторизации. Основная теорема о гомоморфизмах.	4	4	1
4. Секвенциальное исчисление предикатов: Секвенциальное исчисление предикатов, аксиомы и правила вывода. Теорема о корректности. Допустимые правила вывода. Теорема о замене. Вывод основных эквивалентностей. Приведение формулы к предваренной нормальной форме.	4	4	1
5. Теорема о существовании модели: Полные теории. Лемма Хенкина. Теорема о существовании модели. Теорема Гёделя о полноте и теорема компактности Мальцева. Теорема Мальцева о расширении. Существование нестандартной модели арифметики.	4	4	1
6. Исчисление предикатов гильбертовского типа: Аксиомы и правила вывода. Теорема о дедукции. Теорема об эквивалентности гильбертовского и секвенциального исчислений предикатов.	2	2	1
7. Теоремы о правильной вычислимости и эквивалентности классов вычислимых функций: Теорема о правильной вычислимости частично-	2	2	1

рекурсивных функций. Кодировка машин Тьюринга. Теорема о нормальной форме Клини. Эквивалентность классов вычислимых функций. Тезис Чёрча.			
8. Универсальные рекурсивные функции: Универсальные рекурсивные функции. Несуществование универсальной примитивно рекурсивной функции и универсальной общерекурсивной функции. Существование универсальной частично рекурсивной функции. Клиниевская нумерация. S-m-n теорема. Теорема о неподвижной точке. Теорема Райса.	4	4	1
9. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества: Операции над рекурсивными и рекурсивно перечислимыми множествами. Теорема Поста. Теорема об эквивалентных определениях рекурсивно-перечислимого множества. Существование рекурсивно-перечислимого, но не рекурсивного множества. Неразрешимость проблемы остановки программы. Теорема о графике. Теорема о составном определении.	4	4	1
10. Алгоритмически неразрешимые проблемы: Формальная арифметика Пеано. Гёделевская нумерация. Представимость рекурсивных функций в арифметике Пеано. Теорема Гёделя о неполноте. Разрешимые и неразрешимые теории. Теорема Чёрча о неразрешимости логики предикатов. Теорема Гёделя о неразрешимости арифметики.	4	4	1
Итого:	32	32	

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Тема 1. Основы теории множеств.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Множества и операции над ними. Теоретико-множественные тождества.
Тема 2. Логика высказываний.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Таблицы истинности. Эквивалентность формул. Основные тождества логики высказываний и теории множеств. Нормальные

				формы. Приведение формулы к СДНФ и СКНФ.
Тема 3. Логика предикатов.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Понятие алгебраической системы. Термы и формулы логики предикатов. Истинность формулы на модели. Тавтологически истинные и выполнимые формулы. Семантическая эквивалентность формул. Тавтологии логики предикатов.
Тема 4. Отношения и функции.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Предпорядок, отношения эквивалентности и частичного порядка. Максимальные и минимальные, наибольшие и наименьшие элементы, точная верхняя и нижняя грани. Понятие решетки.
Тема 5. Булевы алгебры.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Множество-степень, основные свойства булевой алгебры. Атомные и безатомные элементы булевых алгебр. Конечные булевы алгебры.
Тема 6. Мощность множества.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Понятие равномощности множеств. Применение теоремы Кантора-Бернштейна. Применение теоремы Кантора.
Тема 7. Счетные и континуальные множества.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Счётные множества. Континуум. Несчётность

				множества вещественных чисел. Ординальные и кардинальные числа.
Тема 8. Машины Тьюринга.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Машины Тьюринга. Операторы над машинами Тьюринга. Функции, вычислимые на машинах Тьюринга.
Тема 9. Частично рекурсивные функции.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Прimitивно-рекурсивные, общерекурсивные и частично-рекурсивные функции. Канторовская нумерация.
Тема 10. Секвенциальное исчисление высказываний.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Аксиомы и правила вывода секвенциального исчисления высказываний. Допустимые правила вывода. Теорема о корректности. Теорема о существовании КНФ. Применение теоремы о полноте исчисления секвенций.
Итого:	32	32		

Таблица 3.4

Темы практических занятий	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Тема 1. Исчисление высказываний гильбертовского типа.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Аксиомы и правила вывода исчисления высказываний гильбертовского типа,

				доказуемость формул. Эквивалентность исчисления секвенций и исчисления высказываний гильбертовского типа.
Тема 2. Гомоморфизмы.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Гомоморфизм и изоморфизм алгебраических систем. Изоморфное вложение.
Тема 3. Подмодели. Основная теорема о гомоморфизмах.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Существование наименьшей подмодели. Подмодели, порождённые множествами термов. Сохранение истинности формул на подмоделях. Конгруэнции. Применение теоремы о факторизации. Основная теорема о гомоморфизмах.
Тема 4. Секвенциальное исчисление предикатов.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Секвенциальное исчисление предикатов, аксиомы и правила вывода, доказуемость формул. Допустимые правила вывода. Вывод основных эквивалентностей. Приведение формулы к предваренной нормальной форме.
Тема 5. Теорема о существовании модели.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Полные теории. Конструкция Хенкина. Теорема о существовании модели. Теорема Гёделя о полноте. Применение теоремы компактности Мальцева. Применение теоремы Мальцева о расширении. Построение

				нестандартной модели арифметики.
Тема 6. Исчисление предикатов гильбертовского типа.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов гильбертовского типа, доказуемость формул. Эквивалентность гильбертовского и секвенциального исчисления предикатов.
Тема 7. Теоремы о правильной вычислимости и эквивалентности классов вычислимых функций.	2	2	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Правильная вычислимость частично-рекурсивных функций. Кодировка машин Тьюринга. Нормальная форма Клини. Эквивалентность классов вычислимых функций.
Тема 8. Универсальные рекурсивные функции.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Универсальные функции. Универсальные частично рекурсивные функции. Клиниевская нумерация. S-m-n теорема. Применение теоремы о неподвижной точке. Применение теоремы Райса.
Тема 9. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Операции над рекурсивными и рекурсивно перечислимыми множествами. Теорема Поста. Эквивалентные определения рекурсивно-перечислимого множества. Существование рекурсивно-перечислимого, но не рекурсивного множества. Неразрешимость проблемы остановки программы.

				Применение теоремы о графике. Применение теоремы о составном определении.
Тема 10. Алгоритмически неразрешимые проблемы.	4	4	1, 2	Обучающиеся выполняют практические задания по темам: Формальная арифметика Пеано. Гёделевская нумерация. Представимость рекурсивных функций в арифметике Пеано. Теорема Гёделя о неполноте. Разрешимые и неразрешимые теории. Неразрешимость логики предикатов. Неразрешимость арифметики.
Итого:	32	32		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Самостоятельная работа с учебным материалом: основной учебной литературой, с дополнительной литературой.	1, 2	4	0
	Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» содержатся в учебном пособии: Д.Е.Пальчунов. Математическая логика и теория алгоритмов. Часть первая. Новосибирск, НГУ, 2016, а также выложены на странице курса в сети Интернет: https://drive.google.com/file/d/1MGxqCP9QFjoy9_CsjbVuRRmLVO1egWA/view			
2	Подготовка к практическим работам, к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.	1, 2	12	0
	Разбор решенных задач, самостоятельное решение задач, подготовка к контрольной работе			
3	Подготовка к экзамену	1, 2	24	2
	Подготовка к экзамену по вопросам, представленным в фонде оценочных средств, являющихся приложением к рабочей программе дисциплины.			
	Итого:		40	2

Таблица 4.2

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Самостоятельная работа с учебным материалом: основной учебной литературой, с дополнительной литературой.	1, 2	12	0
	Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» выложены на странице курса в сети Интернет: https://drive.google.com/file/d/1MGxqCP9QFjoy9_CsjbVulRRmLVO1egWA/view			
2	Подготовка к практическим работам, к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.	1, 2	40	0
	Разбор решенных задач, самостоятельное решение задач, подготовка к контрольной работе			
3	Подготовка к экзамену	1, 2	24	2
	Подготовка к экзамену по вопросам, представленным в фонде оценочных средств, являющихся приложением к рабочей программе дисциплины.			
	Итого:			76

5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и семинарские занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине применяются лекционные и практические занятия, а также применяются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1).

Таблица 5.1

1	Лекция в форме дискуссии	ОПК-8.2
Формируемые умения: Знать основы теории множеств, логики высказываний, логики предикатов, исчисления высказываний и исчисления предикатов, основы теории моделей, теории доказательств и теории алгоритмов.		
Краткое описание применения: Обсуждение, в контексте изученного теоретического материала, основных понятий, концепций и основных положений теории множеств, логики высказываний, логики предикатов, исчисления высказываний и исчисления предикатов, основы теории моделей, теории доказательств и теории алгоритмов.		
2	Портфолио	ОПК-8.2
Формируемые умения: Знать основы теории множеств, логики высказываний, логики предикатов, исчисления высказываний и исчисления предикатов, основы теории моделей, теории доказательств и теории алгоритмов. Уметь применять на практике теоретические		

знания по математической логике и теории алгоритмов, решать задачи по математической логике, теории моделей, теории доказательств и теории вычислимости, уметь переводить на формальный язык содержательные математические утверждения, уметь проверять истинность утверждений, записанных на формальном языке.

Краткое описание применения: бакалавры ведут портфолио (оценки за контрольные работы, оценка за экзамен), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине.

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	Адрес почты – сообщается бакалаврам на первом занятии.
Консультирование	Адрес почты – сообщается бакалаврам на первом занятии.
Контроль	Адрес почты – сообщается бакалаврам на первом занятии.
Размещение учебных материалов	-

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

Текущая аттестация по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» осуществляется на практических занятиях и заключается в проверке выполнения домашних заданий, выдаваемых в течение обоих семестров после каждого семинара. На семинарских занятиях используются технологии мониторинга качества образования студентов: опросные методы, анализ выполнения домашних заданий, контрольные работы. По результатам работы на семинарских занятиях собирается портфолио студента. Оценка «зачтено» по результатам защиты портфолио является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится по завершению каждого периода ее освоения (семестра) в виде устного экзамена. Билеты на экзамене состоят из двух вопросов из разных разделов курса.

В каждом семестре результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации			
		Семестр 1		Семестр 2	
		Портфолио	Экзамен	Портфолио	Экзамен
ОПК-8	ОПК-8.2 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули.	+	+	+	+

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

7. Литература

1. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон ; под ред. С.И. Адян ; пер. с англ. Ф.А. Кабакова. - Москва : Наука, 1971. - 320 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458257>
2. Ершов, Юрий Леонидович. Математическая логика : учебное пособие для студентов математических специальностей высших учебных заведений / Ю.Л. Ершов, Е.А. Палютин. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Наука, 1987. 336 с. ; 21 см. (197 экз)
3. Лавров, Игорь Андреевич. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. 4-е изд. М. : Физматлит, 2001. 255 с. ; 21 см. ISBN 5-9221-0026-2. (451 экз)
4. Лавров, Игорь Андреевич. Математическая логика : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественно-научным специальностям / И. А. Лавров ; под ред. Л. Л. Максимовой. Москва : Академия, 2006. 239, [1] с. : ил ; 22 см. (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика) . ISBN 5-7695-2735-8. (98 экз)

Интернет-ресурсы

Таблица 7.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Журнал «Вестник НГУ. Серия: Математика» [Электронный	Полнотекстовые электронные копии статей в области математики, в том числе, в области

	ресурс]. – Режим доступа: https://nsu.ru/xmlui/handle/nsu/1553 – Загл. с экрана	математической логики и теории алгоритмов.
1	Журнал «Вестник НГУ. Серия: Информацион-ные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://journals.nsu.ru/jit/ . – Загл. с экрана	Полнотекстовые электронные копии статей в области информационных технологий, в том числе, в области прикладной логики (с 2006 года).

8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»:

Д.Е.Пальчунов. Математическая логика и теория алгоритмов. Часть первая. [Электронный ресурс] // Учебное пособие, Новосибирск, НГУ, 2016, 95 стр. Режим доступа:
https://drive.google.com/file/d/1MGxqCP9QFjoy9_CsjbVulRRmLVO1egWA/view.

8.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Специализированное ПО не требуется.

9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)

3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

4. БД Scopus (Elsevier)

10. Материально-техническое обеспечение

Таблица 10.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы обучающихся

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ



М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине Математическая логика и теория алгоритмов**

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр 1, 2

Форма аттестации	Семестр
Экзамен	1
Экзамен	2

Новосибирск 2019

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением ученого совета факультета информационных технологий, протокол № 75 от 02.07.2019.

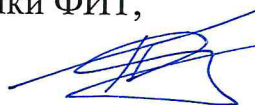
Разработчики:

Заведующий кафедрой общей информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



Д.Е. Пальчунов

Заведующий кафедрой общей информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



Д.Е. Пальчунов

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» проводится по завершению каждого периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»	Семестр 1		Семестр 2	
		Портфолио	Экзамен	Портфолио	Экзамен
	ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения				
ОПК-8.2	Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули	+	+	+	+

Промежуточная аттестация включает два этапа. Компетенция оценивается портфолио, в которое входят работы, выполненные в рамках дисциплины, и экзаменом.

Тематика экзаменационных вопросов и заданий экзамена соответствуют следующим разделам (темам) дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»: основы теории множеств, логика высказываний, логика предикатов, отношения и функции, булевы алгебры, мощность множества, счетные и континуальные множества, машины Тьюринга, частично рекурсивные функции, секвенциальное исчисление высказываний, исчисление высказываний гильбертовского типа, гомоморфизмы, подмодели, основная теорема о гомоморфизмах, секвенциальное исчисление предикатов, теорема о существовании модели, исчисление предикатов гильбертовского типа, теоремы о правильной вычислимости и эквивалентности классов вычислимых функций, универсальные рекурсивные функции, рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества, алгоритмически неразрешимые проблемы.

1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и включает 2 этапа: портфолио и экзамен. Необходимым условием для успешного прохож-

дения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать все работы, входящие в структуру портфолио.

Экзамен проводится в устной форме. В процессе ответа на вопросы экзаменационного билета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины.

2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П1.2.

Таблица П1.2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Этап 1 - портфолио			
	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Этап 2 – экзамен			
	Экзаменационный билет	Комплекс вопросов	Список теоретических вопросов

2.1 Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации

2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио.

Портфолио должно содержать результаты выполнения 4-х контрольных работ.

1-й семестр.

Портфолио должно содержать результаты выполнения 2-х контрольных работ по следующим темам:

- 1-я контрольная работа: основы теории множеств, логика высказываний, логика предикатов, отношения и функции, булевы алгебры.
- 2-я контрольная работа: мощность множества, счетные и континуальные множества, машины Тьюринга, частично рекурсивные функции.

2-й семестр.

Портфолио должно содержать результаты выполнения 2-х контрольных работ по следующим темам:

- 1-я контрольная работа: исчисление высказываний гильбертовского типа, гомоморфизмы, подмодели, основная теорема о гомоморфизмах, секвенциальное исчисление предикатов.
- 2-я контрольная работа: теорема о существовании модели, исчисление предикатов гильбертовского типа, универсальные рекурсивные функции, рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества.

2.1.2 Форма и перечень вопросов экзаменационного билета.

Форма экзаменационного билета

Таблица П1.3

Новосибирский государственный университет Экзамен	
Математическая логика и теория алгоритмов <small>наименование дисциплины</small>	
09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА Программная инженерия и компьютерные науки <small>наименование образовательной программы</small>	
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №	
1. Вопрос № 1 2. Вопрос № 2	
Составитель _____ <small>(подпись)</small>	Г.Э.Яхьяева
Ответственный за образовательную программу _____ <small>(подпись)</small>	А.А. Романенко
« ____ » _____ 20 ____ г.	

Перечень вопросов экзамена, структурированный по категориям, представлен в таблице П1.4

Таблица П1.4

Семестр	Формулировка вопроса
1-й семестр (ОПК-8.2)	<p>Вопрос 1. Множества, операции над множествами.</p> <p>Вопрос 2. Логика высказываний: таблицы истинности, понятия формулы, тождественно истинной, тождественно ложной, выполнимой и опровержимой формулы.</p> <p>Вопрос 3. Логика высказываний: таблицы истинности, понятия формулы, эквивалентности формул.</p> <p>Вопрос 4. Выражение теоретико-множественных операций через логические связки.</p> <p>Вопрос 5. ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ.</p> <p>Вопрос 6. Понятие алгебраической системы.</p> <p>Вопрос 7. Термы и формулы логики предикатов.</p> <p>Вопрос 8. Истинность формул на модели.</p> <p>Вопрос 9. Семантическая эквивалентность формул.</p> <p>Вопрос 10. Предваренная нормальная форма.</p> <p>Вопрос 11. Отношения и функции. Свойства бинарных отношений.</p> <p>Вопрос 12. Отношения эквивалентности.</p> <p>Вопрос 13. Отношения порядка. Упорядоченные множества.</p> <p>Вопрос 14. Точная нижняя грань и точная верхняя грань. Решетки.</p> <p>Вопрос 15. Определение булевой алгебры. Примеры булевых алгебр.</p> <p>Вопрос 16. Свойства булевых алгебр.</p> <p>Вопрос 17. Атомные и безатомные булевы алгебры.</p> <p>Вопрос 18. Теорема Стоуна для конечных булевых алгебр.</p> <p>Вопрос 19. Равномощные множества. Теорема Кантора-Бернштейна.</p> <p>Вопрос 20. Конечные и бесконечные множества. Теорема Кантора.</p> <p>Вопрос 21. Счетные множества.</p> <p>Вопрос 22. Континуальные множества.</p> <p>Вопрос 23. Континуум гипотеза. Ординалы и кардиналы.</p> <p>Вопрос 24. Машины Тьюринга.</p> <p>Вопрос 25. Операторы над машинами Тьюринга.</p> <p>Вопрос 26. ЧРФ, ПРФ, ОРФ.</p>

	<p>Вопрос 27. Канторовская нумерация.</p> <p>Вопрос 28. Секвенциональное исчисление высказываний.</p> <p>Вопрос 29. Семантика исчисления секвенций. Теорема о корректности.</p> <p>Вопрос 30. Теорема о замене в исчислении высказываний.</p> <p>Вопрос 31. Теорема о полноте секвенционального исчисления высказываний.</p>
<p>2-й семестр (ОПК-8.2)</p>	<p>Вопрос 1. Исчисление высказываний гильбертовского типа.</p> <p>Вопрос 2. Гомоморфизмы, изоморфизмы.</p> <p>Вопрос 3. Подмодели. Теорема о существовании наименьшей подмодели.</p> <p>Вопрос 4. Теорема о подмодели, порожденной множеством замкнутых термов.</p> <p>Вопрос 5. Сохранение истинности формул на подмоделях.</p> <p>Вопрос 6. Отношение конгруэнции. Теорема о факторизации.</p> <p>Вопрос 7. Основная теорема о гомоморфизмах.</p> <p>Вопрос 8. Секвенциональное исчисление предикатов.</p> <p>Вопрос 9. Семантика исчисления секвенций. Теорема о корректности.</p> <p>Вопрос 10. Теорема о замене в исчислении предикатов.</p> <p>Вопрос 11. Приведение формулы к предваренной нормальной форме</p> <p>Вопрос 12. Противоречивые, непротеречивые множества формул. Теории, полные теории.</p> <p>Вопрос 13. Теорема о существовании модели. Случай с равенством.</p> <p>Вопрос 14. Теорема о существовании модели. Случай без равенства</p> <p>Вопрос 15. Теорема Мальцева о компактности.</p> <p>Вопрос 16. Теорема Геделя о полноте</p> <p>Вопрос 17. Теорема Мальцева о расширении. Теорема о нестандартной арифметике.</p> <p>Вопрос 18. Исчисление предикатов гильбертовского типа.</p> <p>Вопрос 19. Нумерация машин Тьюринга.</p> <p>Вопрос 20. Основная теорема о вычислимых функциях. Тезис Черча.</p> <p>Вопрос 21. Универсальные функции.</p>

	<p>Вопрос 22. Несуществование универсальной ПРФ и ОРФ.</p> <p>Вопрос 23. Существование универсальной ОРФ.</p> <p>Вопрос 24. Клиниевские универсальные функции,</p> <p>Вопрос 25. s-m-n-теорема.</p> <p>Вопрос 26. Теорема о неподвижной точке.</p> <p>Вопрос 27. Теорема Райса.</p> <p>Вопрос 28. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества. Операции над РМ и РПМ.</p> <p>Вопрос 29. Теорема Поста. Теорема об эквивалентных определениях РПМ.</p> <p>Вопрос 30. Теорема о существовании РПМ не РМ. Теорема о составном определении.</p> <p>Вопрос 31. Геделевская нумерация термов и формул сигнатуры Пеано.</p> <p>Вопрос 32. Перечислимость множества тождественно истинных формул и множества доказуемых формул.</p> <p>Вопрос 33. Теорема о полной перечислимой теории.</p> <p>Вопрос 34. Формальная арифметика Пеано.</p> <p>Вопрос 35. Теорема о представимости ОРФ в арифметике Пеано.</p> <p>Вопрос 36. Теорема Геделя о неразрешимости. Теорема Черча о неразрешимости.</p> <p>Вопрос 37. Теорема Геделя о неполноте.</p>
--	--

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, завершающих освоение дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» в текущем учебном году.

3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ОПК-8	Портфолио (этап 1) Вопросы экзаменационного билета (этап 2)	ОПК-8.2 уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули.	Не знает основных определений, не может сформулировать примеры, распознать те или иные свойства математических объектов.	Знает основные определения, может сформулировать примеры, распознать те или иные свойства математических объектов. Способен проводить небольшие доказательства.	Знает все определения. Способен проводить достаточно длинные цепочки рассуждений и доказательств, может отличить верное рассуждение (доказательство) от неверного	Знает все определения, может приводить нетривиальные примеры математических объектов, свободно ориентируется в понятиях математической логики и теории алгоритмов. Способен проводить доказательства утверждений из курса полностью и во всех деталях.

4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если компетенция не сформирована.

