ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

Б1.О.17 Математическая логика и теория алгоритмов

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 10.03.01 Информационная безопасность
Специализация/профиль – Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 3
Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 4 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	4	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51	**51**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	34	**34**
– лабораторные		
Самостоятельная работа	21	**21**
Экзамен	36	**36**
Итого	108	**108**

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.11.2020 № 1427.

Программу составил(и):
к.ф.-м.н., доцент, доцент, Т.С. Синеговская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Н.Л. Рябченок

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «2» июня 2023 г. № 12

Зав. кафедрой, к. э. н, доцент Т.К. Кириллова

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	овладение фундаментальными знаниями математической логики и теории алгоритмов
2	формирование умений и способностей, необходимых для решения различных задач профессиональной деятельности
3	формирование личности обучающегося, развитие его интеллекта и способностей к логическому и алгоритмическому мышлению
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение теоретических основ базовых разделов математической логики и теории алгоритмов
2	приобретение практических навыков использования математического аппарата математической логики и теории алгоритмов и освоение приёмов решения практических задач
3	развитие умения оперировать понятиями и методами дисциплины, используемыми в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.07 Математический анализ
2	Б1.О.10 Дискретная математика
3	Б1.О.15 Алгебра и геометрия
4	Б1.О.16 Вычислительная математика
5	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.42 Теория оптимизации
2	Б1.О.43 Основы кибернетики
3	Б2.О.02(У) Учебная - учебно-лабораторная практика
4	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
5	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает математические принципы, лежащие в основе криптографических моделей	Знать: базовые основы и принципы математической логики и теории алгоритмов
		Уметь: записывать математическую постановку и использовать математический аппарат дисциплины при решении задач профессиональной деятельности
		Владеть: математическим аппаратом дисциплины и принципами математической логики и теории алгоритмов при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-3.2 Умеет выбирать, адаптировать и применять математические методы и необходимые алгоритмы при	Знать: основные определения, символику математической логики и теории алгоритмов; основные математические методы и алгоритмы решения задач дисциплины
		Уметь: выбирать и использовать типовые методы

	решении профессиональных задач	математической логики и теории алгоритмов при решении профессиональных задач
		Владеть: основными понятиями, терминами математической логики и теории алгоритмов; математическим аппаратом дисциплины; навыками выбора и применения методов, алгоритмов для решения профессиональных задач
	ОПК-3.3 Имеет навыки применения математических методов и моделирования для решения задач профессиональной деятельности	Знать: базовые основы математической логики и теории алгоритмов; математические методы и алгоритмы решения задач профессиональной деятельности
		Уметь: применять методы математической логики и теории алгоритмов для решения задач профессиональной деятельности; представлять полученные при решении результаты в терминах предметной области
		Владеть: основными понятиями, терминами математической логики и теории алгоритмов; математическим аппаратом дисциплины; навыками применения методов математической логики и теории алгоритмов для решения задач профессиональной деятельности

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Алгебра высказываний.**						
1.1	Высказывания. Логические операции над высказываниями. Пропозициональные формулы. Тавтологии и противоречия	4	2	4		1	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.2	Равносильные формулы. Закон двойственности. Проблема разрешимости в алгебре высказываний. Исчисление высказываний	4	4	4		1	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.3	Приложение алгебры высказываний к логико-математической практике	4		4		2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.4	Индивидуальное домашнее задание №1. Высказывания. Приложения алгебры высказываний (раздел 1)	4				2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2.0	**Раздел 2. Логика предикатов.**						
2.1	Предикаты. Операции над предикатами. Кванторы. Свойства операций постановки кванторов	4	2	4			ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2.2	Предикатные формулы. Равносильные формулы. Предваренная нормальная форма. Проблема разрешимости в логике предикатов	4	4	4		1	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2.3	Приложение логики предикатов к логико-математической практике	4		4		2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2.4	Расчетно-графическая работа №1. Логика предикатов	4				4	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.0	**Раздел 3. Элементы теории алгоритмов.**						
3.1	Понятие алгоритма. Основные подходы к формализации понятия алгоритма. Универсальные алгоритмические модели. Машина Тьюринга, ее составные части. Тезис Тьюринга	4	3	4		1	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.2	Рекурсивные функции. Связь рекурсивных функций с машинами Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Алгоритмические проблемы; меры сложности алгоритмов; легко и трудноразрешимые задачи	4	2	6		2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.3	Индивидуальное домашнее задание №2. Элементы теории алгоритмов (раздел 3)	4				3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
3.4	Итоговое тестирование по математической логике и теории алгоритмов (разделы 1–3)	4				2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	4	36				ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34		21	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Глухов, М. М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов : учеб. пособие / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. СПб. : Лань, 2012. - 405с.	100
6.1.1.2	Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов : учеб. пособие - 4-е изд., стер. / В. И. Игошин. М. : Академия, 2010. - 447с.	185
6.1.1.3	Лихтарников, Л. М. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения : учеб. пособие - Изд. 4-е, стер. / Л. М. Лихтарников, Т. Г. Сукачева. СПб. : Лань, 2009. - 276с.	42
6.1.1.4	Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 3-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 254 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Петрякова, Елена Алексеевна Логические функции : учеб. пособие по дисциплинам "Дискрет. математика" и "Математика" для студентов дневного отд-ния / Е. А. Петрякова, Т. С. Синеговская ; ред. А. П. Хоменко ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2009. - 70с.	176
6.1.2.2	Дехтярь, М. И. Введение в схемы, автоматы и алгоритмы : курс лекций / М. И. Дехтярь. — 2-е изд., испр. — Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. — 169 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428984 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.3	Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарти ; пер. с англ. под ред. С. А. Кулешов. — изд. 2-е, испр. — Москва : РИЦ Техносфера, 2012. — 400 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89024 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.4	Гладких, О. Б. Математическая логика : учебно-методическое пособие / О. Б. Гладких, О. Н. Белых ; Елецкий государственный университет. — Елец : Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2011. — 142 с. —	Онлайн

	URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272140 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Синеговская, Т.С. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.17 Математическая логика и теория алгоритмов по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, профиль Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности) / Т.С. Синеговская; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2638_1480_2023_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-103 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель.
3	Учебная аудитория Г-207 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
4	Учебная аудитория Г-212 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
5	Учебная аудитория Г-223 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
6	Учебная аудитория Г-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
7	Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование:

	специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
8	Учебная аудитория Б-302 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной).
9	Учебная аудитория Г-121 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной).
10	Учебная аудитория Г-315 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
11	Учебная аудитория Д-015 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель.
12	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы

	дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-3. Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
4 семестр				
1.0	**Раздел 1. Алгебра высказываний**			
1.1	Текущий контроль	Высказывания. Логические операции над высказываниями. Пропозициональные формулы (тема 1.1)	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Контрольная работа (КР) (письменно)
1.2	Текущий контроль	Алгебра высказываний (тема 1.2)		Контрольная работа (КР) (письменно)
1.3	Текущий контроль	Исчисление высказываний (тема 1.2)		Контрольная работа (КР) (письменно)
1.4	Текущий контроль	Приложение логики высказываний к логико-математической практике (тема 1.3)		Конспект (письменно)
1.5	Текущий контроль	Индивидуальное домашнее задание №1. Высказывания. Приложения алгебры высказываний (раздел 1) (раздел 1)		Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.0	**Раздел 2. Логика предикатов**			
2.1	Текущий контроль	Логика предикатов (темы 2.1, 2.2)	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Контрольная работа (КР) (письменно)
2.2	Текущий контроль	Приложение логики предикатов к логико-математической практике (тема 2.3)		Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Логика предикатов. Приложение логики предикатов к логико-математической практике (тема 2.3)		Контрольная работа (КР) (письменно)
2.4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа №1. Логика предикатов (раздел 2)		Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
3.0	**Раздел 3. Элементы теории алгоритмов**			
3.1	Текущий контроль	Элементы теории алгоритмов (темы 3.1, 3.2)	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.2	Текущий контроль	Нормальные алгоритмы (тема 3.2)		Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Алгоритмически неразрешимые проблемы; меры сложности алгоритмов; легко и трудноразрешимые задачи Нормальные алгоритмы (тема 3.2)		Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга. Рекурсивные функции. Нормальные алгоритмы Маркова (темы 3.2, 3.3)		Контрольная работа (КР) (письменно)
3.5	Текущий контроль	Индивидуальное домашнее задание №2. Элементы теории алгоритмов (раздел 3)		Разноуровневые задачи (задания/письменно)

3.6	Текущий контроль	Итоговое тестирование по математической логике и теории алгоритмов (разделы 1–3)	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Разделы: 1. Алгебры высказываний; 2. Логика предикатов; 3. Элементы теории алгоритмов	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Экзамен (собеседование) Экзамен – тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы по разделам/темам дисциплины
2	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
3	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
4	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
5	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный

«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90–100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80–89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70–79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90–100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80–89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70–79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения расчетно-графических работ

Контрольные варианты заданий размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения расчетно-графической работы.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
Расчетно-графическая работа №1. «Логика предикатов»

1. Среди следующих выражений укажите предикаты, для каждого из них определите вместимость и область определения:

а) однозначное число x кратно 2, $x \in Z$;

б) x делит y, $x \in \{2, 3, 4, 6\}$, $y \in \{-9, -2, 2, 3, 4, 6\}$;

2. Найдите множества истинности следующих предикатов, определенных на множестве M:

а) $P(x) = (x^2 + 6x - 16 \le 0)$, $M = R$

б) $A(x)$=(x делится на 5); $C(x) = ($ x – простое число); $D(x)$ =(x кратно 3);

$A(x) \vee \rceil D(x)$; $\rceil C(x) \,\&\, A(x)$; $(A(x) \,\&\, D(x)) \supset \rceil C(x)$, $M = \{x \mid 5 \le x \le 30, x \in N\}$.

3. Найдите значения следующих формул:

а) $\forall x((x^2 > x) \sim [(x > 1) \vee (x < 0)])$;

б) $\exists x((x \in \{3, 5\}) \supset (x^2 - 6x + 8 < 0))$.

4. Подберите элементарные предикаты и запишите формулой следующие высказывания и определения:

а) каждое положительное действительное число является квадратом другого;

б) через каждые две точки можно провести прямую, если эти точки различны, то такая прямая единственна;

в) определение ограниченной последовательности.

5. Найдите отрицания следующих предикатных формул и получите приведенную, предваренную нормальные формы:

а) $\forall x\, R(x) \supset \exists y\, R(y) \vee \neg Q(x, y)$;

б) $R(x, y) \sim \forall y\, Q(x, y) \,\&\, \neg R(x, y)$.

6. Выясните, являются ли тождественно-истинными следующие предикатные формулы:

a) $\forall x\, R(x) \supset \neg Q(x) \supset \exists x\, R(x)$;

b) $\neg(\forall x\, R(x) \,\&\, Q(x))$.

c) $\exists x\, P(x, y) \vee \forall y\, \exists z\, Q(y, z)$, если $P(x, y)$, $Q(x, y)$ определены на множестве $M = \{a, b, c\}$.

3.2 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Разработанные комплекты контрольных работ по темам, предусмотренными рабочей программой дисциплины, не выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы
«Высказывания. Логические операции над высказываниями. Пропозициональные формулы»

Предел длительности контроля – 40 минут.

Предлагаемое количество заданий – 5 заданий.

1. Дайте следующие определения: высказывание; дизъюнкция и импликация высказываний.

2. Дайте определение пропозициональной формулы.

3. Постановка задачи, называемой проблемой разрешимости. Способы ее решения в алгебре высказываний.

4. Дайте определение равносильных формул.

5. Докажите закон двойственности.

Образец типового варианта контрольной работы
«Алгебра высказываний»

Предел длительности контроля – 60 минут.
Предлагаемое количество заданий – 7 заданий.

1. Даны высказывания: C – «сегодня ясно»; R – «сегодня дождь»;
S – «сегодня идет снег»; Y – «вчера было пасмурно».

Переведите на обычный язык следующие формулы: ***а***) $R \vee S \supset \rceil C$; ***б***) $(Y \supset C) \& (C \supset Y)$.

2. Запишите формулами алгебры высказываний определение равенства множеств: множества X и Y равны, если для любого элемента a из того, что a принадлежит X, следует, что a принадлежит Y, и из того, что a не принадлежит X, следует, что a не принадлежит Y.

3. Определите (используя таблицу истинности и критерии тождественно истинности, тождественно ложности формул), является ли каждая из формул тавтологией, противоречием или ни тем, ни другим:

а) $(P \supset Q) \supset \big((P \supset \rceil Q) \supset \rceil P\big)$; ***б***) $\rceil\big((P \& Q) \supset P\big)$; ***в***) $(P \supset Q) \vee \big(P \supset (Q \& P)\big)$.

4. Докажите равносильность $\big(A \& B \vee (A \vee B) \& (A \supset \rceil B)\big) \equiv (A \vee B)$.

5. Приведите к с.д.н.ф. формулу $\big(\rceil P \supset \rceil Q\big) \supset \big(Q \& R \supset P \& R\big)$. Запишите двойственную ей.

6. В школе четырем старшеклассникам: Андрееву, Костину, Савельеву ы Давыдову поручили убрать 7-й, 8-й, 9-й и 10-й классы. При проверке оказалось, 10-й класс убран плохо. Ученики при этом сообщили о следующем: 1) Андреев: «Я убирал 9-й класс, а Савельев − 7-й». 2) Костин: «Я убирал 9-й класс, а Андреев − 8-й». 3) Савельев: «Я убирал 8-й класс, а Костин − 10-й». Давыдов уже ушел домой. В дальнейшем выяснилось, что каждый ученик в одном из двух высказываний говорил правду, а во втором ложь. Определите какой класс убирал каждый ученик.

Сформулируйте утверждения, обратные, противоположные и равносильные (согласно закону контрапозиции) теореме: если в четырехугольник можно вписать окружность, то суммы длин его противоположных сторон равны между собой. Выделите достаточные и необходимые условия данной теоремы.

Образец типового варианта контрольной работы
«Исчисление высказываний»

Предел длительности контроля – 40 минут.
Предлагаемое количество заданий – 5 заданий.

1. Дайте определение исчисления высказываний.

2. Дайте определение формулы, выводимой из гипотез.

3. Первое следствие теоремы дедукции (с доказательством).

4. Понятие разрешимости логического исчисления. Теорема о разрешимости исчисления высказываний (с доказательством).

5. Докажите $\vdash \rceil\rceil B \supset B$.

Образец типового варианта контрольной работы
«Логика предикатов»

Предел длительности контроля – 60 минут.
Предлагаемое количество заданий – 7 заданий.

1. Дайте определения предиката и вместимости предиката.
2. Свойства операции дизъюнкции на конечном множестве (с доказательством).
3. Докажите теорему о тождественно-истинном предикате.
4. Дайте понятия предикатной формулы, связанных и свободных переменных.
5. Докажите $\forall x\, R(x) \equiv_M \exists x\, R(x)$, если $M = \{a\}$.
6. Докажите $\forall x\, A(x) \equiv \rceil \exists x \rceil A(x)$.
Предваренная нормальная форма.

Образец типового варианта контрольной работы
«Логика предикатов. Приложение логики предикатов к логико-математической практике»

Предел длительности контроля – 60 минут.
Предлагаемое количество заданий – 6 заданий.

1. Понятие предиката. Понятие вместимости предиката. Приведите примеры предикатов на множестве целых чисел:

а) $R(x, y)$, что $R(x, 5)$ – тождественно-истинный;
б) $Q(x, y)$ – не тождественно-истинный, $Q(x, 5)$ – тождественно-истинный;
в) $P(x, y)$ и $T(x, y)$, что $P(x, y) \& T(x, y)$ – выполнимый;
г) $S(x)$, что $\forall x\, S(x)$ – ложь;
д) $H(x)$, что $\exists x\, H(x)$ – истина.

2. На множестве целых чисел найдите значения следующих высказываний:

а) $\forall x\, \forall y\, \exists z\, (x + y + z = 5)$;
д) $\forall x\, \exists y\, (xy = x)$;
в) $\forall x\, \exists y\, \exists z\, \big((xz = y) \& (yz = x)\big)$.

3. Получите для следующих формул приведенную и предваренную нормальные формы:

а) $\big(\rceil \exists y\, P(y) \supset \rceil \forall x\, \forall y\, R(x, y)\big) \supset \forall z\, Q(z)$;
б) $\big(\rceil \exists y\, P(y) \sim \rceil \forall x\, \forall y\, R(x, y)\big) \,\&\, \rceil \forall z\, Q(x, z)$.

4. Выясните, являются ли общезначимыми следующие формулы:

а) $\big(\exists x\, P(x) \supset \forall x\, P(x)\big)$;
б) $\exists x\, R(x) \sim \forall x\, R(x)$.

5. Запишите на языке логики предикатов теорему о необходимом признаке сходимости числового ряда

6. Введя подходящие одноместные и двухместные предикаты на соответствующих множествах, переведите на язык логики предикатов высказывание: функция, непрерывная на отрезке $[0, 1]$, сохраняет знак или принимает нулевое значение.

Образец типового варианта контрольной работы
«Элементы теории алгоритмов»

Предел длительности контроля – 30 минут.
Предлагаемое количество заданий – 6 заданий.

1. Свойства алгоритмов. Примеры алгоритмов. Классы алгоритмов.

2. Алгоритмические модели.
3. Примитивно-рекурсивные функции.
4. Тезис Тьюринга.
5. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.
6. Классификация по сложности.

Образец типового варианта контрольной работы
«Элементы теории алгоритмов. Машина Тьюринга. Рекурсивные функции. Нормальные алгоритмы Маркова»

Предел длительности контроля – 30 минут.

Предлагаемое количество заданий – 3 задания.

1. Выясните, применима ли машина Тьюринга, задаваемая программой T: $\begin{cases} q_1 0 \to 1Rq_2 \\ q_1 1 \to 0Rq_1 \\ q_2 0 \to 1Rq_3 \\ q_2 1 \to 0Lq_3 \\ q_3 0 \to 1Rq_0 \end{cases}$ к слову $P = 10^3 1$ (запишите протокол).

2. Покажите, что функция $f_+(x, y) = x + y$ примитивно-рекурсивна.

3. Задан нормальный алгоритм Маркова: алфавит $A = \{1, +\}$ и схема подстановок $\begin{cases} 1+ \to +1; \\ +1 \to 1; \\ 1 \to .\Lambda 1, \end{cases}$ где символ Λ – пустой символ. Примените этот алгоритм к слову: $1++1+111+1$.

3.3 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач

Контрольные варианты заданий размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
индивидуального домашнего задания №1.
«Высказывания. Приложения алгебры высказываний»

1. Определите какие из следующих предложений являются высказываниями:

а) Все треугольники – равнобедренные.
б) Некоторые птицы умеют летать.
в) $x^2 - 1 < 0$.
г) Является ли $x = 2$ корнем уравнения $x + 4 = 8$?
д) Да здравствуют музыка!
е) Для каждого комплексного числа z выполняется неравенство $z^2 < 0$.
ж) Для всех действительных чисел x и y верно равенство $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$.

2. Для следующих высказываний определите истинностные значения. Укажите элементарные и составные высказывания. В составных высказываниях выделите пропозициональные связки:

а) если $2 \times 2 = 4$, то $2 < 3$;
б) Фобос и Луна – спутники Земли;

в) $2 \in \{x \mid 2x^3 - 3x^2 + 1 = 0,\ x \in R\}$;

г) число 11 делится на 6 тогда и только тогда, когда 11 не делится на 3;

д) Санкт-Петербург расположен на Неве или белые медведи живут в Африке.

3. Обозначьте элементарные высказывания буквами и запишите текст формулами алгебры высказываний:

Если компьютер при запуске не выдает ошибку при проверке оперативной памяти, то она исправна. Если при запуске он выдает ошибку при проверке оперативной памяти и память установлена правильно, то либо оперативная память дефектна, либо дефектна материнская плата. Тогда если эта оперативная память правильно установлена в другой компьютер, и он при запуске не выдает ошибку при проверке оперативной памяти, то оперативная память исправна.

4. Постройте таблицы истинности, запишите двойственные и, применяя равносильные преобразования, упростите следующие формулы:

a) $((P \supset Q) \vee (Q \supset P))$;

b) $(((X \supset (Y \,\&\, Z)) \supset (\neg Y \supset \neg X)) \supset \neg Y)$;

c) $(((A \supset B) \supset (C \supset \neg A)) \supset (\neg B \supset \neg C))$.

5. Докажите или опровергните тождественную истинность формул, используя таблицы истинности и критерии тождественной истинности или тождественной ложности формул:

a) $((X \supset Y) \,\&\, X \supset Y$; ***b)*** $X \supset X \vee Y$; ***c)*** $(X \vee (Y \vee Z)) \supset (\neg X \,\&\, (\neg Y \,\&\, \neg Z))$; ***d)*** $X \,\&\, Y \,\&\, (X \sim Y)$.

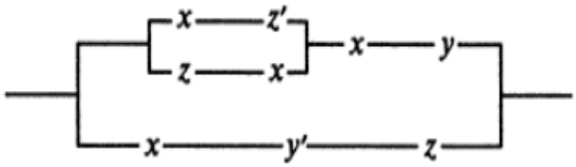
6. В школе четырем старшеклассникам: Андрееву, Костину, Савельеву ы Давыдову поручили убрать 7-й, 8-й, 9-й и 10-й классы. При проверке оказалось, 10-й класс убран плохо. Ученики при этом сообщили о следующем: 1) Андреев: «Я убирал 9-й класс, а Савельев − 7-й». 2) Костин: «Я убирал 9-й класс, а Андреев − 8-й». 3) Савельев: «Я убирал 8-й класс, а Костин − 10-й». Давыдов уже ушел домой. В дальнейшем выяснилось, что каждый ученик в одном из двух высказываний говорил правду, а во втором ложь. Определите какой класс убирал каждый ученик.

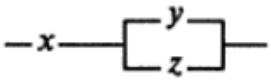
7. Для теоремы:

В прямоугольном треугольнике квадрат длины гипотенузы равен сумме квадратов длин катетов;

сформулируйте утверждения: обратное, противоположное и равносильное (согласно закону контрапозиции).

8. Установите или опровергните равносильность схем (обозначение x' соответствует отрицанию $\neg x$):

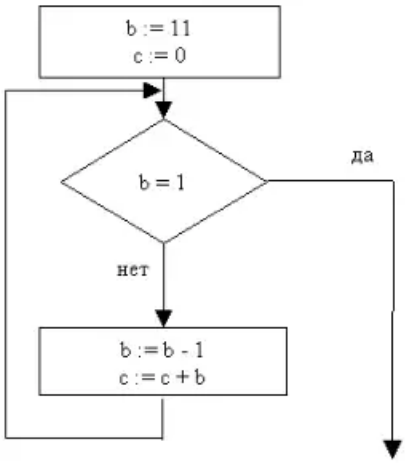




Образец заданий для решения разноуровневых задач
индивидуального домашнего задания №2.
«Элементы теории алгоритмов»

1. Запишите алгоритм проверки статистической гипотезы о законе распределения выборочной совокупности по критерию согласия Пирсона, постройте его графическую схему (блок-схему). Определите вид алгоритма.

2. По фрагменту блок-схемы определите значение переменной *c* после выполнения алгоритма



3. Машина Тьюринга *T* задана таблицей:

$A \backslash Q$	q_1	q_2	q_3
Λ	$1Sq_0$	$1Rq_1$	$1Rq_0$
0	$1Rq_2$	$1Rq_3$	$1Rq_0$
1	$0Lq_1$	$0Lq_3$	$1Sq_0$

***а*)** Запишите протоколы применения машины *T* к словам $P_1 = 1^2 01^3$ и $P_2 = 10101^2$ (считать, что головка в начальной конфигурации находится над первым символом слова).

***б*)** Постройте код машины *N*(*T*) в алфавите $A = \{1, *\}$ и выясните, является ли машина *T* самоприменимой или несамоприменимой.

4. Определите числовую функцию $f(x, y)$, вычислимую машиной Тьюринга, заданной программой:

$$T: \begin{cases} q_1 1 \to \Lambda R q_2 \\ q_2 \Lambda \to \Lambda R q_5 \\ q_3 \Lambda \to 1 L q_4 \\ q_4 \Lambda \to 1 S q_0 \\ q_5 \Lambda \to \Lambda S q_6 \\ q_6 \Lambda \to 1 S q_0 \\ q_2 1 \to 1 R q_3 \\ q_3 1 \to 1 R q_3 \\ q_4 1 \to 1 L q_4 \\ q_5 1 \to \Lambda R q_5 \end{cases}.$$

5. Постройте машину Тьюринга, которая

***а*)** вычисляет числовую функцию $f(x) = x + 2$, определенную на множестве N;

***б*)** работает в алфавите $\{0,1\}$ по правилу $\mathrm{T}(0^n) = 01^n 0,\ n \in \mathrm{N}$.

6. По данному коду *N*(*T*) восстановить программу машины Тьюринга и выяснить, является ли машина *T* самоприменимой или несамоприменимой (при составлении *N*(*T*) использовалась следующая кодировка: *R* – 1, *L* – 1^2, *S* – 1^3, Λ– 1^4, 1 – 1^5, *– 1^6, q_0– 1^7, q_1– 1^8, q_2– 1^9):

$N(T)=1^8*1^4*1^4*1*1^8**1^8*1^5*1^5*1*1^8**1^8*1^6*1^6*1^2*1^9**1^9*1^4*1^5*1^3*1^7**1^9*1^5*1^4*1^2*1^9**1^9*1^6*1^5*1*1^8$.

7. В алфавите $B = A \cup \{a, b, c\}$, являющимся расширение алфавита $A = \{0,\ 1, 2, 3, 4, 5,\ 6, 7, 8, 9\}$,

Задан нормальный алгоритм следующей схемой (читается по столбцам):

$a0 \to 0a$	$0a \to 0b$	$0b \to c8$	$0c \to c9$
$a1 \to 1a$	$1a \to 1b$	$1b \to c9$	$1c \to .0$
$a2 \to 2a$	$2a \to 2b$	$2b \to .0$	$2c \to .1$
$a3 \to 3a$	$3a \to 3b$	$3b \to .1$	$3c \to .2$
$a4 \to 4a$	$4a \to 4b$	$4b \to .2$	$4c \to .3$
$a5 \to 5a$	$5a \to 5b$	$5b \to .3$	$5c \to .4$
$a6 \to 6a$	$6a \to 6b$	$6b \to .4$	$6c \to .5$
$a7 \to 7a$	$7a \to 7b$	$7b \to .5$	$7c \to .6$
$a8 \to 8a$	$8a \to 8b$	$8b \to .6$	$8c \to .7$
$a9 \to 9a$	$9a \to 9b$	$9b \to .7$	$9c \to .8$
			$\Lambda \to a$

Самая последняя подстановка данной схемы приписывает символ слева от слова.

***а*)** Запишите протоколы применения нормального алгоритма к словам 64, 192, 700.

***б*)** Определите функцию, которую вычисляет заданный НАМ на множестве неотрицательных целых чисел.

8. Докажите, что функция $f_{\exp}(x, y) = x^y$ – примитивно-рекурсивная. Запишите операцию в развернутом виде.

3.4 Типовые контрольные задания для написания конспекта

Контрольные варианты заданий размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены темы и вопросы конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Темы конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины:

Конспект по теме
«Приложения алгебры высказываний к логико-математической практике».

Вопросы:

1) Прямая и обратные теоремы.
2) Необходимые и достаточные условия.
3) Закон контрапозиции.
4) Дедуктивные и индуктивные умозаключения.
5) Решение логических задач.
6) Приложение алгебры высказываний в технике.

Учебная литература:

1. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2010. 447 с.
2. Лихтарников Л.М., Сукачева Т. Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. СПб.: Лань, 2009. 273 с.
3. Петрякова Е. А., Синеговская Т. С. Дискретная математика Ч. 2 Логические функции. Иркутск: ИрГУПС, 2009. 70 с.

Конспект по теме
«Приложения логики предикатов к логико-математической практике».

Вопросы:

1) Запись на языке предикатов различных математических утверждений.
2) Построение противоположных утверждений.
3) Строение математических теорем. Прямая, обратная и противоположная теоремы.
4) Ограниченные кванторы.
5) Доказательство методом от противного.

Учебная литература:

1. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2010. 447 с.
2. Лихтарников Л.М., Сукачева Т. Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. СПб.: Лань, 2009. 273 с.

Конспект по теме
«Нормальные алгоритмы».

Вопросы и задания:

1) Марковские подстановки.
2) Нормальные алгоритмы. Применение нормальных алгоритмов к словам.
3) Принцип нормализации Маркова.

Учебная литература:

1. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2010. 447 с.
2. Лихтарников Л.М., Сукачева Т. Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. СПб.: Лань, 2009. 273 с.

Конспект по теме
«Алгоритмически неразрешимые проблемы; меры сложности алгоритмов; легко и трудноразрешимые задачи».

Вопросы и задания:

1) Понятие алгоритмической проблемы. Разрешимые и неразрешимые проблемы. Примеры.
2) Проблемы остановки, применимости и самоприменимости.
3) Понятие сложности алгоритма. Классификация алгоритмов по сложности. Сложность проблемы.

Учебная литература:

1. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. М.: Академия, 2010. 447 с.
2. Лихтарников Л.М., Сукачева Т.Г. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. СПб.: Лань, 2009. 273 с.
3. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. М.: РИЦ «Техносфера». 2012. 400 с. Электронный ресурс: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89024

3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Используемые типы тестовых заданий (ТЗ):

ТЗ открытого типа (ОТЗ), то есть с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме);

ТЗ закрытого типа (ЗТЗ): ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов; ТЗ на установление соответствия; ТЗ на установление правильной последовательности;

ТЗ в форме кейса, представляющего собой короткое и точное изложение задачи (ситуации) с конкретными цифрами и данными; может содержать определенное количество ТЗ открытого и закрытого типов.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
	Раздел 1. Логика и исчисление высказываний		
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Введение. Высказывания. Логические операции над высказываниями. Пропозициональные формулы. Тавтологии и противоречия	Знание	10 – ОТЗ 18 – ЗТЗ
		Умение	12 – ОТЗ
	Равносильные формулы. Закон двойственности. Проблема	Знание	9 – ОТЗ

	разрешимости в алгебре высказываний. Приложение алгебры высказываний к логико-математической практике		5 – ЗТЗ
		Умение	38 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	11 – ОТЗ 7 – ЗТЗ
	Исчисление высказываний	Знание	6 – ОТЗ
		Итого по разделу 1	**∑ 136 82 – ОТЗ 54 – ЗТЗ**
	Раздел 2. Логика и исчисление предикатов		
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Предикаты. Операции над предикатами. Кванторы. Свойства операций постановки кванторов	Знание	6 – ОТЗ 38 – ЗТЗ
	Предикатные формулы. Равносильные формулы. Предваренная нормальная форма. Проблема разрешимости в логике предикатов	Знание	10 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
		Умение	21 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	5 – ОТЗ 14 – ЗТЗ
	Приложение логики предикатов к логико-математической практике	Знание	18 – ОТЗ
		Умени	10 –ЗТЗ
		Итого по разделу 2	**∑ 160 70 – ОТЗ 90 – ЗТЗ**
	Раздел 3. Элементы теории алгоритмов		
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Понятие алгоритма. Основные подходы к формализации понятия алгоритма. Универсальные алгоритмические модели. Машина Тьюринга, ее составные части. Тезис Тьюринга	Знание	5 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
		Умение	9 – ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	22 – ОТЗ 16 – ЗТЗ
	Рекурсивные функции. Связь рекурсивных функций с машинами Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова	Знание	12 – ОТЗ 19 – ЗТЗ
		Умение	15 – ОТЗ
	Алгоритмические проблемы; меры сложности алгоритмов; легко и трудноразрешимые задачи	Знание	24 – ЗТЗ
		Итого по разделу 3	**∑ 142 63 – ОТЗ 79 – ЗТЗ**
		Итого по дисциплине	**∑ 438 219 – ОТЗ 219 – ЗТЗ**

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Итоговый тест по дисциплине включает в себя вопросы и практические задания по всем разделам дисциплины. **Для успешного прохождения теста обучающийся должен – знать**: основные алгебры высказываний, логики предикатов и теории алгоритмов; **уметь:** определять истинностные значения высказываний, предикатов; выполнять операции над высказываниями и предикатами, ставить применять операции постановки кванторов, находить нормальные формы пропозициональных и предикатных формул, решать проблемы разрешимости в алгебре высказываний и логике предикатов (в частных случаях), применять

понятия алгебры высказываний и логики предикатов к логико-математической практике, строить и применять алгоритмические модели, находить вычислительную сложность алгоритма; **владеть:** навыками выполнения операций над высказываниями и предикатами, методами решения проблемы разрешимости в алгебре высказываний и логике предикатов (в частных случаях), приемами и методами решения логико-математических задач. **Тест содержит** задания для оценки знаний, для оценки умений, для оценки навыков и (или) опыта деятельности. В тесте используются следующие типы тестовых заданий: задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов); задания открытой формы (с конструируемым ответом); задание на установление соответствия; задание на установление правильной последовательности; задания в форме кейса (задачи, содержащие определенное количество тестовых заданий других типов). **На тест отводится 80 минут. Предлагаемое количество заданий – 19 заданий, включающих 21 тестовый вопрос.**

Тестовые задания (ТЗ)	№ ТЗ	Количество тестовых заданий в тесте	Количество баллов за одно тестовое задание
Тестовые задания для оценки знаний	1–8	8	3
Тестовые задания для оценки умений	9–16	8	6
Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности (кейс задания)	17	1	9
	18	1 (2 тестовых вопроса)	9
	19	1 (2 тестовых вопроса)	10
Итого		19 ТЗ в тесте (22 тестовых вопроса)	Максимальный балл за тест – 100

Критерии и шкалы оценивания

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся при тестировании набрал 94–100 баллов
«хорошо»		Обучающийся при тестировании набрал 81–93 баллов
«удовлетворительно»		Обучающийся при тестировании набрал 70–80 баллов
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при тестировании набрал 0–69 баллов

Образец типового итогового теста по дисциплине за весь период ее освоения

Тестовые задания для оценки знаний

1. Выберите правильный(е) ответ(ы).

Высказываниями являются утверждения:

A) В неделе 7 дней B) Добро пожаловать! C) $x>0$ D) Все простые числа – нечетные.

2. Выберите правильный ответ.

Импликация двух высказываний ложна только тогда, когда:

A) её посылка и следствие истинны B) её посылка истинна, а следствие ложно

C) её посылка и следствие ложны D) её посылка ложна, а следствие истинно

3. Выберите правильный ответ.

Двухместный предикат определяется выражениями

A) «$x^2 > z + y$», $x, y, z \in R$ B) «$\sin(x+y) < 0$», $x, y \in R$

C) «$2 \times 2 = 4$» D) «$x > y$», $x, y \in R$

E) «$x + y = z$», $x, y, z \in R$ F) «$y = z \cdot \lg(x+1)$», $x, y, z \in R$

4. Выберите правильный ответ.

Множеством истинности предиката $P(x) = (|x| > 2)$, определенного на множестве действительных чисел, является множество

A) $(-2; 2)$ B) $(0; 2)$ C) $(2; +\infty)$ D) $(-\infty; -2) \cup (2; +\infty)$ E) $[-2; 2]$

5. Дополните.

Для формулы логики предикатов $\exists y \forall x(\neg Q(x, y) \vee \neg P(y)) \supset \forall v \exists z\, S(v, z)$ свободными переменными являются _____

6. Установите соответствия между равносильными формулами.

1. $A \sim A$	*a*. $(A \vee B) \& (A \vee C)$
2. $\rceil(A \& B)$	*b*. $(A \& B) \vee (A \& C)$
3. $A \& (B \vee C)$	*c*. $\rceil A \& \rceil B$
	d. $\rceil A \vee \rceil B$
	f. *И*

В ответе укажите через запятую пару: цифру и букву (<u>например</u>, 1, d).

7. Дополните.

Свойство алгоритма: процесс решения протекает в виде последовательности отдельных действий, следующих друг за другом, называется _____

8. Дополните.

Функция следования $S(S(O(7)))$принимает значение, равное _____

Тестовые задания для умений

9. Дополните.

Если истинностные значения переменных *А≡Л, В≡И, С≡И*, то пропозициональная формула (А⊃В)⊃С принимает значение _____

10. Выберите правильный ответ.

Обозначим через *P* высказывание «этот треугольник равнобедренный», а через *Q* – «этот треугольник равносторонний». Формула, соответствующая высказыванию «Этот треугольник равнобедренный или равносторонний тогда и только тогда, когда он – равнобедренный», имеет вид

1) $(P \& Q) \supset P$ 2) $(P \vee Q) \supset P$ 3) $(P \vee Q) \sim P$ 4) $P \sim Q$

11. Выберите правильный ответ.

Формула $(P \vee \rceil P \& Q) \supset P$ в дизъюнктивной нормальной форме имеет вид

1) $(\rceil P \vee \rceil Q \& P)$ 2) $(\rceil P \& Q \vee P)$ 3) $(P \vee \rceil Q)$ 4) $P \& \rceil Q$ 5) $(\rceil P \& \rceil Q \vee P)$

12. Дополните.

Результатом решения проблемы разрешимости для пропозициональной формулы $(P \supset Q) \supset (\neg P \& Q \vee \neg Q)$ является утверждение, что данная формула есть _____

13. Выберите правильный ответ.

Даны предикаты $P(x)$=(x сдал экзамен) и $Q(x)$=(x является студентом) определенные на множестве людей. Формула, соответствующая выражению «существуют студенты не сдавшие экзамен» имеет вид

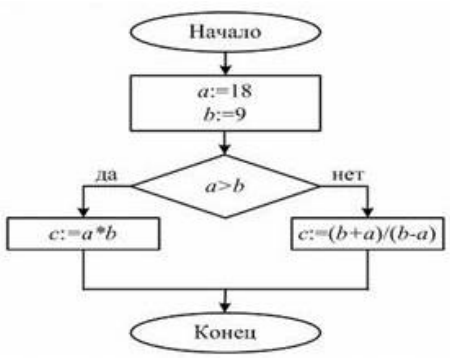
1) $\exists x(Q(x) \supset \neg P(x))$ 2) $\exists x(Q(x) \& \neg P(x))$ 3) $\forall x(Q(x) \supset \neg P(x))$

4) $\forall x(Q(x) \supset P(x))$ 5) $\exists x(Q(x) \& P(x))$

14. Дополните (в ответе укажите букву: И или Л).

Нульместный предикат $\forall x \exists y(x$ делится на $y)$, определенный на множестве натуральных чисел, имеет истинностное значение _____

15. Блок-схема фрагмента алгоритма имеет вид



1. Дополните.

Фрагмент алгоритма, представленный блок-схемой, является _____ алгоритмом

2. Дополните.

Значение переменной c после выполнения алгоритма, представленного блок-схемой, равно _____

16. Дополните (в ответе запишите слово или укажите, что алгоритм не применим к слову).

В алфавите $A = \{1, +, \Lambda\}$, где Λ обозначает пустой символ, задан нормальный алгоритм

$$\begin{cases} 1+ \to +1 \\ +1 \to 1 \\ 1 \to \bullet\ \Lambda 1 \end{cases}$$

Результатом применения алгоритма к слову: $P = 111 + 1$, является _____

Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности

17. Дополните (в ответе укажите цифру).

На вопрос, кто из трех учащихся изучал логику, был получен правильный ответ: если изучал первый, то изучал второй, но неверно, что если изучал третий, то изучал и второй.

Математическую логику изучал _____

18. Выберите правильный ответ.

Предваренная нормальная форма формулы $\forall x \exists y P(x, y) \supset \neg \exists z \forall t Q(t, z)$ имеет вид

1) $\exists x \forall y \neg P(x, y) \vee \forall z \exists t \neg Q(t, z)$
2) $\exists x \forall y \exists z \forall t (P(x, y) \vee \neg Q(t, z))$
3) $\exists x \forall y \exists z \forall t (P(x, y) \vee Q(t, z))$
4) $\exists x \forall y \forall z \exists t (\neg P(x, y) \vee \neg Q(t, z))$
5) $\forall x \exists y \exists z \forall t (P(x, y) \supset \neg Q(t, z))$

19. В алфавите $A = \{1, \lambda\}$ задана машина Тьюринга с множеством внутренних состояний $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ (q_0 – заключительное состояние, q_1 – начальное):

A \ Q	q_1	q_2	q_3
λ	$\lambda R q_2$	$\lambda L q_3$	$\lambda L q_3$
1	$\lambda R q_1$	$1 R q_2$	$1 S q_0$

Символ λ обозначает пустую клетку, символы R, L, S – символы сдвига (вправо, влево, на месте).

1. Дополните.

Результатом применения машины Тьюринга к слову $P = 1^2 \lambda 1^3$ является слово _____

2. Выберите правильный ответ.

Закодируем целое положительное число k набором из $k+1$ единицы, то есть числу k на ленте будет соответствовать слово 1^{k+1}.

Машина Тьюринга на множестве целых положительных чисел вычисляет числовую функцию

A) $f(x, y) = x + y$
B) $f(x, y) = x + y + 1$
C) $f(x, y) = I_1^2(x, y)$
D) $f(x, y) = I_2^2(x, y)$
E) $f(x, y) = x \cdot y$

Ответы типового итогового теста

№ ТЗ	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответы	A, D	B	B, D	D	все переменные связанные или нет свободных переменных	1, *f* 2, *d* 3, *b*	дискретностью	2

№ ТЗ	9	10	11	12	13	14	15		16
							1	2	
Ответы	И	3)	5)	не тавтология и не противоречие	2)	И	разветвленным	162	Λ1111 или 1111

№ ТЗ	17	18	19	
			1	2
Ответы	3-й студент	4)	ΛΛΛ111 или 111	D

3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену
(для оценки знаний)

Раздел 1. Алгебра высказываний

1.1 Понятие высказывания. Логические (пропозициональные) связки. Истинностные таблицы.
1.2 Пропозициональные формулы.
1.3 Тавтология и противоречие. Основные тавтологии.
1.4 Равносильные формулы. Основные равносильности.
1.5 Связь понятий «равносильность» и «тавтология». Логические следствия.
1.6 Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
1.7 Двойственные формулы. Закон двойственности.
1.8 Принцип двойственности.
1.9 Проблема разрешимости в алгебре высказываний. Критерии. тождественной истинности и тождественной ложности формул.
1.10 Построение исчисления высказываний *L*.
1.11 Аксиомы и правила вывода исчисления высказываний.
1.12 Определение выводимой формулы.
1.13 Определение формулы, выводимой из гипотез.
1.14 Свойства вывода из гипотез (с доказательством).
1.15 Доказательство выводимости формулы $A \supset A$.
1.16 Теорема дедукции (с доказательством).
1.17 Два следствия теоремы дедукции (с доказательством).
1.18 Теорема о тождественной истинности, выводимой формулы.
1.19 Понятие противоречивости логического исчисления. Теорема о непротиворечивости исчисления высказываний.
1.20 Понятие полноты логического исчисления. Теорема о неполноте исчисления высказываний.
1.21 Понятие разрешимости логического исчисления. Теорема о разрешимости логического исчисления.

Раздел 2. Логика и исчисление предикатов

2.1 Понятие предиката. Понятие вместимости предиката.
2.2 Предикаты тождественно-истинные, тождественно-ложные, выполнимые.
2.3 Предикат-следствие. Равносильные предикаты. Теорема о равносильных предикатах.
2.4 Операции над предикатами. Конъюнкция предикатов. Дизъюнкция предикатов. Импликация предикатов. Эквиваленция предикатов. Отрицание предиката.

2.5 Кванторы общности. Квантор существования. Область действия квантора.
2.6 Свойства операций квантификации на конечных множествах (две теоремы с доказательством).
2.7 Теорема о тождественно-истинном предикате (с доказательством).
2.8 Теорема о тождественно-ложном предикате (с доказательством).
2.9 Понятие предикатной формулы.
2.10 Связанные и свободные переменные. Свободное и связанное вхождение переменной в формулу. Замкнутая формула.
2.11 Равносильные формулы на данном множестве. Равносильные формулы.
2.12 Приведенная форма.
2.13 Равносильности предикатных формул с кванторами, булевыми операциями и свободными переменными.
2.14 Предваренная нормальная форма.
2.15 Тождественно-истинная предикатная формула на данном множестве. Тождественно-истинная (общезначимая) предикатная формула.
2.16 Проблема разрешимости для логики предикатов. Алгоритмы распознавания общезначимости формул в частных случаях.
2.17 Критерий тождественной истинности формулы, содержащей только одноместные простые формулы.

Раздел 3. Элементы теории алгоритмов

3.1 Понятие алгоритма. Основные подходы к формализации понятия алгоритма. Блок–схемы алгоритмов.
3.2 Машина Тьюринга, ее составные части. Начальная конфигурация, заключительная конфигурация. Команда. Программа. Примеры.
3.3 Функции вычислимые по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Проблема остановки.
3.4 Рекурсивные функции. Примитивно рекурсивные функции. Частично рекурсивные функции. Общерекурсивные функции.
3.5 Тезис Черча. Тезис Тьюринга. Связь рекурсивных функций с машинами Тьюринга.
3.6 Нормальные алгоритмы.
3.7 Алгоритмически неразрешимые проблемы.
3.8 Массовые проблемы.
3.9 Меры сложности алгоритмов. Легко и трудноразрешимые задачи.

3.7 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Определите истинностные значения следующих высказываний:

1) Санкт-Петербург расположен на Неве и 2+3=5;

2) 7 - простое число и 11 - простое число.

2. Обозначьте элементарные высказывания буквами и запишите следующие высказывания с помощью символов алгебры логики:

1) Если число делится на 2 и не делится на 3, то оно не делится на 6.

2) Произведение трех чисел равно 0 тогда и только тогда, когда одно из них равно 0.

3. Составьте истинностную таблицу для пропозициональной формулы $(P\&(Q\supset P)\supset \neg P)$.

4. Упростите следующие формулы:

1) $\neg(\neg P\&\neg R)\vee(P\supset Q)\&P$; ***2)*** $(P\sim Q)\&(P\vee Q)$.

5. Определите, используя таблицы истинности, является ли формула $((A\supset B)\&B)\supset A$ тавтологией, противоречием или ни тем, ни другим

6. Найдите пропозициональную формулу двойственную формуле $(P\supset Q)\vee(P\supset(Q\&P))$.

7. Найдите множество истинности следующих предикатов, определенных на множестве M:

а) «x кратно 3», $M=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$; ***б)*** «$x^2+4>0$», $M=R$.

8. Рассмотрите все варианты постановки кванторов на следующие предикаты, определенные на множестве M:

а) $D(x,y)$ - «x делится на y», $M=N$; ***б)*** $Q(x,y)$ - «$x \le y$», $M=N$.

9. Найдите значения следующих формул:

а) $\forall x(P(x)\,\&\,Q(x)\supset R(x))$, если предикаты $P(x)$ - «x делится на 3», $Q(x)$ - «x делится на 4» и $R(x)$ - «x делится на 2» определены на множестве N;

б) $\forall x(P(x)\,\&\,Q(x)\supset R(x))$, если предикаты $P(x)$ - «x делится на 3», $Q(x)$ - «x делится на 4» и $R(x)$ - «x делится на 5» определены на множестве N.

10. Найдите отрицания следующих формул:

а) $\forall x(P(x)\,\&\,Q(x))$; ***б)*** $\exists x(P(x)\vee Q(x))$.

11. Предикаты $P(x,y)$, $R(x,y,z)$ и $Q(x,y)$ определены на множестве $M=\{a,b,c\}$. Найти предикаты, равносильные данным, не содержащим кванторов:

а) $\forall x\,\exists y\,P(x,y)\sim\exists y\,Q(y,z)$; ***б)*** $\exists z\,\forall y\,P(y,z)\,\&\,\forall x\,Q(x,y)$.

12. Подберите элементарные предикаты и запишите формулой следующие высказывания и определения:

а) каждое положительное действительное число является квадратом другого;

б) через каждые две точки можно провести прямую, если эти точки различны, то такая прямая единственна;

в) определение ограниченной последовательности.

13. Выясните, применима ли машина Тьюринга, задаваемая программой T: $\begin{cases} q_1 0\to 1Rq_2 \\ q_1 1\to 0Lq_1 \\ q_2 0\to 1Rq_3 \\ q_2 1\to 0Lq_3 \\ q_3 0\to 1Rq_0 \end{cases}$ к слову $P=[10]^2 1$. Если применима, выписать результат применения.

14. Найти значение оператора минимизации $\mu_y[g(x,y)=0]$ для функции $g(x,y)=x-y+5$, определенной на множестве целых положительных чисел.

15. Задан нормальный алгоритм Маркова: алфавит $A=\{1,+\}$ и схема подстановок $\begin{cases} 1+\to +1; \\ +1\to 1; \\ 1\to .\Lambda 1, \end{cases}$ где символ Λ – пустой символ. Примените алгоритм к слову: $1++1+111+1$.

3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

16. Докажите равносильность $\big(A\,\&\,B\vee(A\vee B)\,\&\,(A\supset\rceil B)\big)\equiv(A\vee B)$.

17. Определите, используя критерии тождественной истинности, тождественной ложности формул, является ли формула $(P\supset Q)\supset((P\supset\rceil Q)\supset\rceil P)$ тавтологией, противоречием или ни тем, ни другим.

18. Определите, кто из четырех студентов сдал экзамен, если известно: 1) Если 1-й сдал, то и 2-й сдал. 2) Если 2-й сдал, то 3-й сдал или 1-й не сдал. 3) Если 4-й не сдал, то 1-й сдал, а 3-й не сдал. 4) Если 4-й сдал, то и 1-й сдал.

19. Получите для формулы $\rceil\forall x\,\exists y\,P(x,y)\supset(\forall y\,\forall z\,R(y,z)\supset\rceil\forall z\,Q(z))$ приведенную и предваренную нормальные формы.

20. Докажите или опровергните тождественную истинность формулы $\exists x\,R(x)\supset\forall x\,R(x)$.

21 Докажите $\forall x\,A(x)\equiv\rceil\exists x\,\rceil A(x)$.

22. Постройте машину Тьюринга, которая сдвигает слово алфавита $A=\{\Lambda,1\}$ на одну ячейку вправо.

23. По данному коду $N(T)$ восстановить программу машины Тьюринга и выяснить, является ли машина T самоприменимой или несамоприменимой (при составлении $N(T)$

использовалась следующая кодировка: R – 1, L – 1^2, S – 1^3, Λ– 1^4, 1 – 1^5, *– 1^6, q_0– 1^7, q_1– 1^8, q_2– 1^9):
$N(T)=1^8*1^4*1^4*1*1^8**1^8*1^5*1^5*1*1^8**1^8*1^6*1^6*1^2*1^9**1^9*1^4*1^5*1^3*1^7**1^9*1^5*1^4*1^2*1^9**1^9*1^6*1^5*1*1^8$.

24. Докажите, что функция $f_{\times}(x, y) = x \cdot y$, $x, y \in Z^+$, примитивно-рекурсивна.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не мене, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
Контрольная работа	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР. По итогам проверки преподавателем выставляется оценка по четырёхбалльной шкале
Разноуровневые задания.	Выполнение заданий разного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, предполагает самостоятельную внеаудиторную работу. Выполнение заданий репродуктивного уровня, проводятся во время практических занятий или во время консультаций. Во время выполнения заданий рекомендуется пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций. Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия или лектора по дисциплине. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем времени проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии через неделю после назначенного срока сдачи заданий на проверку. Оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся. По итогам проверки преподавателем выставляется оценка по четырёхбалльной шкале. При этом задания получают оценку «зачтено»/ «не зачтено» согласно шкале оценивания, приведенной в разделе 2. В случае оценки «не зачтено» обучающийся должен устранить ошибки и неточности в своей работе и сдать исправленную работу на проверку
Конспект	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока выполнения конспекта должен довести до сведения обучающихся тему конспекта и указать необходимую учебную литературу. Темы и перечень необходимой учебной литературы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Конспект должен быть выполнены в установленный преподавателем срок. Конспекты в назначенный срок сдаются на проверку. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки конспекта на следующем занятии через неделю после назначенного срока сдачи конспекта. По итогам проверки преподавателем выставляется оценка по четырёхбалльной шкале. При этом конспект получает оценку «зачтено»/ «не зачтено» согласно шкале оценивания, приведенной в разделе 2. В случае оценки «не зачтено» обучающийся должен устранить ошибки и неточности своего конспекта, и сдать исправленную работу на проверку

Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания. Билет содержит два теоретических вопроса и три практических задания. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену для оценки знаний. Практические задания выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений) и из перечня типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности).

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__–20__уч. год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине** **«Математическая логика и теория алгоритмов»** **БИ** **4 семестр**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС _____

1. Пропозициональные формулы (формулы алгебры высказываний). Тавтология. Основные тавтологии алгебры высказываний.

2. Квантор общности. Квантор существования. Свойства операций квантификации

3. Постройте машину Тьюринга, которая сдвигает слово алфавита $A=\{\Lambda,1\}$ на одну ячейку вправо.

4. Найдите пропозициональную формулу двойственную формуле $(P\supset Q)\vee(P\supset(Q\&P))$.

5. Получите для формулы $\rceil\forall x\,\exists y\,P(x,y)\supset\left(\forall y\,\forall z\,R(y,z)\supset\rceil\forall z\,Q(z)\right)$ приведенную и предваренную нормальные формы

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25–30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90–100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80–89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70–79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Обучающиеся, не защитившие в течение семестра расчетно-графическую работу, предусмотренную рабочей программой дисциплины, должны, прежде чем взять экзаменационный билет, защитить РГР, объяснив решение заданий и ответив на вопросы преподавателя по теме работы. Вопросы по теме работы выбираются из перечня вопросов к экзамену.