

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»
Бийский филиал им. В.М. Шукшина

Кафедра математики, физики, информатики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.05.05 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки	Математика и Информатика
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Составитель:
канд.физ.-мат. наук, доцент

____ Г.С. Шилинг

Бийск 2025

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

на заседании кафедры математики, физики, информатики

(протокол № 8 от 10 марта 2025 г.)

Заведующий кафедрой

математики, физики, информатики _____



Г.С. Шилинг

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование систематизированных знаний в области математической логики и теории алгоритмов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с формализацией математического языка, формализованным аксиоматическим методом, включающим и логические средства;
- ознакомление с общими свойствами алгоритмов, с математическими уточнениями понятия алгоритма, с алгоритмическими проблемами в математике и информатике.
- формирование представлений о проблемах оснований математики и роли математической логики в их решении;
- развитие логического мышления, логической культуры;
- развитие алгоритмического мышления, алгоритмической культуры, алгоритмической интуиции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к обязательной части профессионального цикла (Б1.О.05.05). Областью профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина, является образование.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности бакалавров:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- образовательные системы.

Профильной для данной дисциплины является профессиональная деятельность бакалавров. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и способы деятельности, сформированные в процессе изучения предмета «Математика» на предыдущем уровне образования, а также знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия», «Теория чисел и числовые системы», «Программирование».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения последующих дисциплин: методика обучения информатике, история математики, теоретические основы информатики, основы искусственного интеллекта.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **компетенций**:

- Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

ПК-1.1 - основы проектирования и реализации программы основного и среднего общего образования в предметной области Математика (З);

Уметь:

ПК-1.2 - проектировать и проводить учебные занятия по математике, в том числе использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у обучающихся качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития (У);

Владеть:

ПК-1.3 - методами, приемами и способами проектирования и реализации программы основного и среднего общего образования в предметной области Математика (В).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Аудиторные занятия (всего)	40	40
В том числе:		
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Лабораторные работы (ЛР)		-
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	68	68
В том числе:		
Подготовка к лекционным занятиям	10	10
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка к коллоквиумам	10	10
Подготовка к теоретическим опросам	10	10
Подготовка к аудиторным проверочным (контрольным) работам	10	10
Подготовка к тестированию	18	18
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость в часах:	108	108
Общая трудоемкость в зачетных единицах:	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов (модулей) дисциплины

4 курс, 7 семестр

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
1.	Введение	Введение. Дедуктивный характер математики. Предмет математической логики, ее роль в вопросах обоснования математики. Тенденции в развитии современной математической логики. Интенсивное развитие математической логики в связи с распространением метода формализации при изучении различных теорий и в связи с применением математической логики в сферах программного обеспечения компьютеров, информатики и искусственного интеллекта
2.	Логика высказываний	Логика высказывания. Логические операции над высказываниями. Язык логики высказываний, формулы. Истинностные значения формул. Равносильные формулы. Тавтологии – законы логики. Нормальные формулы для формул логики высказываний: КНФ, ДНФ. Совершенные нормальные формы: СКНФ, СДНФ. Булевы функции (функции алгебры логики). Представление булевых функций формулами. Закон двойственности. Нормальные и совершенные нормальные формы булевых функций. Полные системы функций. Алгебры Буля. Применение логики высказываний к логико-математической практике. Логическое следствие. Виды математических теорем. Методы доказательства математических теорем. Решение логических задач. Применение булевых функций к релейно-контактным схемам. Анализ и синтез релейно-контактных схем.
3.	Исчисление высказываний	Алфавит, формулы ИВ. Аксиомы и правила вывода. Доказуемые формулы. Выводимость формул из гипотез. Свойства вывода. Теорема дедукции. Производные правила вывода. Некоторые теоремы исчисления высказываний. Значение формулы ИВ. Непротиворечивость исчисления высказываний. Полнота ИВ в широком и узком смысле. Проблема разрешения для ИВ. Независимость аксиом ИВ.

4.	Логика предикатов	Понятие предиката. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами. Кванторы. Формулы логики предикатов, свободные и связанные переменные. Сигнатура формулы; интерпретация формулы. Значение формулы в интерпретации. Равносильные формулы. Предваренная нормальная форма для формулы ЛП. Общезначимость и выполнимость формул ЛП. Проблема разрешения в ЛП. Ее неразрешимость. Решение проблемы разрешения для частных классов формул ЛП. Применение языка логики предикатов для записи математических предложений, построение отрицаний предложений. Строение математических теорем. Методы доказательства теорем.
5	Формализованные математические теории	Формализованные математические теории. Теории первого порядка. Аксиомы теории, правила вывода. Доказательства в теории. Характеристики теорий: непротиворечивость, полнота, разрешимость. Расширение исчисления высказываний. Исчисление предикатов. Алфавит, формулы исчисления предикатов. Аксиомы и правила вывода. Теорема дедукции. Значение формул ИП в интерпретации. Непротиворечивость ИП. Полнота ИП. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов. Модели теорий. Теорема о полноте для теорий. Формальная арифметика. Теоремы Геделя о неполноте. Формализация теории множеств. Обзор результатов о непротиворечивости и независимости в основаниях теории множеств. Проблемы оснований математики. Парадоксы теории множеств. Проблема непротиворечивости математики. Программа Гильберта. Метод формализации.

4 курс, 7 семестр

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
6.	Интуитивное представление об алгоритмах	Введение. Интуитивное понятие алгоритма. Примеры алгоритмов. Основные требования к алгоритму. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Арифметические функции. Вычислимые арифметические функции. Разрешимые множества.
7	Машины Тьюринга	Машина Тьюринга. Описание, система команд, вычисление на машине Тьюринга. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга. Примеры. Вычислимость предикатов на машине Тьюринга. Вычислимость по условию. Композиция машин Тьюринга. Универсальная машина Тьюринга. Тезис Тьюринга. Проблема остановки для машин Тьюринга.
8.	Рекурсивные функции	Рекурсивные функции. Прimitивно-рекурсивные функции. Основные функции и основные операторы. Прimitивная рекурсивность арифметических функций.

		Примитивно-рекурсивные предикаты. Примитивно-рекурсивные операторы. Существование вычислимых функций, которые не являются примитивно-рекурсивными. Общерекурсивные и частично-рекурсивные функции. Примеры. Тезис Чёрча. Эквивалентность тезиса Чёрча и тезиса Тьюринга.
9	Неразрешимые алгоритмические проблемы	Вычислимость и разрешимость. Нумерация алгоритмов. Проблема остановки и самоприменимости алгоритма. Перечислимые и разрешимые множества. Неперечислимость общерекурсивных функций. Критерий разрешимости множества. Неразрешимость множества общерекурсивных функций. Алгоритмическая сводимость.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	В том числе в интерактивной форме (час)	СРС	Всего
1.	Введение	2	2	-	6	10
2.	Логика высказываний	2	2	10 ч интерактивная лекция	6	10
3.	Исчисление высказываний	2	2	-	6	10
4.	Логика предикатов	2	2	-	6	10
5.	Формализованные математические теории	2	2	-	6	10
6.	Интуитивное представление об алгоритмах	2	2	-	6	10
7.	Машины Тьюринга	2	2	-	6	10
8.	Рекурсивные функции	2	2	10 ч работа в малых группах	6	10
9.	Неразрешимые алгоритмические проблемы	2	2	-	6	10
10	Подведение итогов	2	2	-	14	18
	Всего:	20	20	20	68	108
В том числе, использование интерактивных форм, технологий				лекц 10	практ. 10	

Лекции

№ п/п	Наименование (модуля) дисциплины	Содержание
Лекции – 7 семестр		
1	Введение	Введение. Дедуктивный характер математики. Предмет математической логики, ее роль в вопросах обоснования математики. Тенденции в развитии современной математической логики. Интенсивное развитие математической логики в связи с распространением метода формализации при изучении различных теорий и в связи с применением математической логики в сферах программного обеспечения компьютеров, информатики и искусственного интеллекта
2-5	Логика высказываний	Логика высказываний. Логические операции над высказываниями. Язык логики высказываний, формулы. Истинностные значения формул. Равносильные формулы. Тавтологии – законы логики. Нормальные формулы для формул логики высказываний: КНФ, ДНФ. Совершенные нормальные формы: СКНФ, СДНФ. Булевы функции (функции алгебры логики). Представление булевых функций формулами. Закон двойственности. Нормальные и совершенные нормальные формы булевых функций. Булевы функции. Полные системы функций. Алгебры Буля. Применение булевых функций к релейно-контактным схемам. Анализ и синтез релейно-контактных схем. Применение логики высказываний к логико-математической практике. Логическое следствие. Виды математических теорем. Методы доказательства математических теорем. Решение логических задач.
6-9	Исчисление высказываний	Построение формальной аксиоматической теории исчисления высказываний. Алфавит, формулы ИВ. Аксиомы и правила вывода. Доказуемые формулы. Выводимость формул из гипотез. Свойства вывода. Теорема дедукции. Производные правила вывода. Теоремы исчисления высказываний. Значение формулы ИВ. Тожественная истинность доказуемых формул. Непротиворечивость исчисления высказываний. Независимость аксиом ИВ. Многозначные логики. Полнота ИВ в широком и узком смысле. Проблема разрешения для ИВ.

10-13	Логика предикатов	Понятие предиката. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами. Кванторы. Формулы логики предикатов, свободные и связанные переменные.
		Сигнатура формулы; интерпретация формулы. Значение формулы в интерпретации. Равносильные формулы. Предваренная нормальная форма для формулы ЛП. Замкнутые формулы.
		Общезначимость и выполнимость формул ЛП. Проблема разрешения в ЛП и ее неразрешимость в общем виде. Решение проблемы разрешения для частных классов формул ЛП.
		Применение языка логики предикатов для записи математических предложений, построение отрицаний предложений. Строение математических теорем. Методы доказательства теорем.
14-18	Формализованные математические теории	Формализованные математические теории. Теории первого порядка. Аксиомы теории, правила вывода. Доказательства в теории. Характеристики теорий: непротиворечивость, полнота, разрешимость.
		Расширение исчисления высказываний. Исчисление предикатов. Алфавит, формулы исчисления предикатов. Аксиомы и правила вывода.
		Теорема дедукции для ИП. Значение формул ИП в интерпретации. Непротиворечивость ИП. Полнота ИП. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов.
		Модели теорий. Теорема о полноте для теорий. Формальная арифметика. Теоремы Геделя о неполноте. Формализация теории множеств. Обзор результатов о непротиворечивости и независимости в основаниях теории множеств.
1	Интуитивное представление об алгоритмах	Проблемы оснований математики. Парадоксы теории множеств. Проблема непротиворечивости математики. Программа Гильберта. Метод формализации.
		Введение в теорию алгоритмов. Машина Тьюринга. Интуитивное понятие алгоритма. Примеры алгоритмов. Основные требования к алгоритму. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Машина Тьюринга. Описание. Система команд. Работа машины Тьюринга.

2	Машины Тьюринга	Построение машин Тьюринга. Вычисления арифметических функций на машине Тьюринга. Вычисление предикатов. Композиция машин Тьюринга. Вычисление функций по условию. Универсальная машина Тьюринга. Тезис Тьюринга. Проблема остановки для машины Тьюринга.
3-4	Рекурсивные функции	Примитивно-рекурсивные функции. Основные функции и основные примитивно-рекурсивные операторы. Примитивно-рекурсивное описание и примитивно-рекурсивные функции. Примеры. Примитивно-рекурсивные предикаты Частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Существование вычислимых функций, не являющихся примитивно-рекурсивными. Частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Примеры. Тезис Чёрча. Вычислимость на машине Тьюринга рекурсивных функций.
5	Неразрешимые алгоритмические проблемы	Неразрешимые алгоритмические проблемы. Нумерация алгоритмов. Существование универсального алгоритма. Проблема остановки и самоприменимости алгоритма. Проблема общерекурсивности алгоритма. Неразрешимые проблемы в математике, математической логике.

Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
Практические занятия – 7 семестр		
1-4	Логика высказываний	Логические операции над высказываниями. Формулы логики высказываний. Таблицы истинности. Равносильные формулы. Равносильные преобразования формул. Нормальные формулы для формул логики высказываний: КНФ, ДНФ. Совершенные нормальные формы: СКНФ, СДНФ. Представление булевых функций формулами. Нормальные и совершенные нормальные формы булевых функций. Применение булевых функций к релейно-контактным схемам. Аудиторная контрольная работа по разделу «Логика высказываний».
5-6	Исчисление высказываний	Формулы исчисления высказываний. Доказуемые формулы. Выводимость формул из гипотез. Теорема дедукции. Производные правила вывода. Теоремы исчисления высказываний.

7-9	Логика предикатов	Понятие предиката. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами. Кванторы.
		Формулы логики предикатов. Равносильные формулы. Предваренная нормальная форма для формулы ЛП. Общезначимость и выполнимость формул ЛП.
		Применение языка логики предикатов для записи математических предложений, построение отрицаний предложений. Строение математических теорем. Методы доказательства теорем. Проверочная работа.
1-3	Машины Тьюринга	Принцип работы машины Тьюринга. Вычисления на готовых машинах
		Построение машин Тьюринга для вычисления арифметических функций
		Построение машин Тьюринга. Композиция машин Тьюринга. Вычисление предикатов.
4-6	Рекурсивные функции	Примитивно-рекурсивные функции. Примитивная рекурсивность арифметических функций
		Примитивно-рекурсивные предикаты и операторы
		Частично-рекурсивные функции. Общерекурсивные функции.
7-8	Неразрешимые алгоритмические проблемы	Перечислимые и разрешимые множества.
		Контрольная работа

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторный практикум по математической логике и теории алгоритмов учебным планом не предусмотрен

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовой проект (работа) по математической логике и теории алгоритмов учебным планом не предусмотрен

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. *Гамова, А. Н.* Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие для студентов механико-математического факультета и факультета компьютерных наук и информационных технологий / А. Н. Гамова. — 4-е изд. — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2020. — 91 с. — ISBN 978-5-292-04649-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/106266.html>

2. *Игошин, В.И.* Математическая логика и теория алгоритмов. [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ В.И. Игошин. –2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 448 с.
3. *Игошин, В.И.* Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов [Текст]: учебное пособие для вузов по специальности "Математика" / В.И. Игошин. – 3-е. изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.– 304 с.

б) дополнительная литература:

4. *Лавров, И.А.* Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - М. : Наука, 1975. - 240 с.
5. *Мальцев, А.И.* Алгоритмы и рекурсивные функции / А. И. Мальцев. - 2-е изд. - М. : Наука, 1986. - 367 с.
6. *Судоплатов, С.В.,* Математическая логика и теория алгоритмов [Текст]: учебник для вузов/ С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - М. : ИНФРА-М ; Новосибирск : Новосибирский гос. технический университет, 2004. - 224 с.
7. *Мендельсон, Э.* Введение в математическую логику. – М.: Мир, 1976.
8. *Клини, С.К.* Математическая логика / С. К. Клини ; пер. с англ. Ю. А. Гастев ; ред. Г. Е. Минц. - М. : Мир, 1973. - 480 с.

в) программное обеспечение:

1. Работа на компьютере проводится с использованием лицензионных версий операционной системы Microsoft Windows XP Prof.
2. Для работы в библиотеке используется общевузовское лицензионное программное обеспечение «Ирбис-64», в составе которого входят АРМ «Каталогизатор», АРМ «Читатель», АРМ «Администратор», АРМ «Комплектатор», Web-Ирбис (CZ39.50)
3. Лицензионная программа АУП (Шахты) – комплекс «Электронные ведомости»

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Национальный цифровой ресурс Руконт. Режим доступа [<http://www.rucont.ru/>].
2. Университетская библиотека он-лайн. Режим доступа [<http://www.biblioclub.ru/>]. б) интернет-ресурсы 1. <http://www.4p.ru> 2. <http://marketing.com.ru>

д) Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: методические рекомендации / Сост.Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина; Алтайская гос. Академия обр-я им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 84 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 106 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, оборудования для физики, наличие подключения к сети Интернет. Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп» Mathcad University Classroom Perpetual - 15 (сетевая версия) Код PKG-7517-EN PTC606002CD140-004 Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition SKU: BDB0006WW1518A Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition (сетевая версия Живая математика 5.0 Живая физика Лого Мирь: Вероятности Виртуальные лаборатории: Электричество и магнетизм, Оптика и волны, Механика и Электродинамика Живая статистика SKU: BDB0006WWXX004, счет №АА 38643-00 от 26 августа 2008 ООО "Киролан Лицензии № 201998313, № 20199834, № 201998319, № 201998311, № 201998310, № 20199835, № 20199838, № 201998312, № 20199839 Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 126 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: стационарный компьютер, школьное физическое оборудование, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 133 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, ноутбуки, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ОС Windows 10 PRO, Microsoft Windows 10 Home Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 213 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 214 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 215 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: проектор, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 218 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, оборудования для физики, наличие подключения к сети Интернет. Microsoft Office 10 PRO ОС Microsoft Windows 10 PRO, Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) Редактор растровой графики Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-ВУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г. ПАК NITRINO Контракт №19/5-ЭА от 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Операционная система РЭД ОС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог)	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Version 3, Gimp; K-LiteCodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vignal Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов	
Ауд. 220 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: проектор, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 222 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft Office 10 PRO, ОС Microsoft Windows 10 PRO, Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) <i>Редактор растровой графики</i> Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-BY3 на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г. 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Операционная система РЭД ОС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Virtual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteCodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vignal Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Помещение для самостоятельной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 133 Компьютерный класс Учебная аудитория для самостоятельной работы для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, ноутбуки, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ОС Windows 10 PRO, Microsoft Windows 10 Home Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.</i> <i>Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г.	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3

Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (General Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vigal Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
---	--

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ ИМ. К.Д. УШИНСКОГО»
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ**

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 1-102 Кабинет для проведения занятий технологической направленности Комплект учебной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, ноутбуки, образовательный конструктор с комплектом датчиков, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике (6 комплектов), образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов, четырёхосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками, комплект полей и соревновательных элементов, образовательный модуль для углубленного изучения механики, мехатроники и САУ, лаборатория исследования окружающей среды, альтернативных источников энергии, материалов и инженерных конструкций, автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного движения, базовый робототехнический набор, ресурсный робототехнический набор, датчик цвета базового робототехнического набора, ультразвуковой датчик базового робототехнического набора, зарядное устройство, образовательный набор по изучению технологий реверсивного инжиниринга, образовательный набор по изучению аддитивных технологий и быстрого прототипирования, станок лазерной резки с числовым программным управлением и системой фильтрации воздуха. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12 21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Оборудование технологического профиля (Роботы, 3d сканер, 3d принтер) Контракт 7-ЭА от 23.09.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Цифровые микроскопы ПО TouP Cam Контракт 4-ЭА от 20.09.21 ИП Вебер Ольга Сергеевна Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Станок лазерной резки с ЧПУ и системой фильтрации воздуха (облачный режим www.gweikecloud.com) Контракт №10 от 18.10.2021г. ООО «УК «Восточная Сибирь» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 1-103 Кабинет для записи вебинаров и презентационного контента Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: студия для создания презентаций/онлайн-вебинаров /демонстрации опытов, УКФ-проектор, крепление, ноутбук и магнитно-маркерное покрытие. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Презентационное оборудование ПАК ТелеВидеоДата, ВидеоДистант ПО Microsoft Win 10 Professional Контракт 8-ЭА от 27.09.21 ООО «ТСН-Сиб» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 1-107 – 1-111 Кабинет для проведения занятий естественно-научной направленности Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, встроенные вычислительные блоки, цифровые лаборатории по химии (базовый уровень), биологии (базовый уровень), физике (стандартный уровень), учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий, микроскопы цифровые, лабораторное оборудование по физике, по химии, аппарат Киппа, баня комбинированная лабораторная, дозатор тип 1, дозатор тип 2, дозатор тип 3, магнитная мешалка, колбы, стерилизатор для лабораторной посуды воздушный, комплект изделий из керамики, фарфора и фаянса, набор пробирок, чаша кристаллизационная, комплект мерных колб, пробирки. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

**ТЕХНОПАРК УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ**

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 154-167 Технопарк универсальных педагогических компетенций Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: Атомные спектры двуэлектронных систем He, Hg, камера для триногулярных микроскопов, комплект для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма человека, ресурсный набор анализа материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, ресурсный набор рентгеноструктурный анализ материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, съёмная рентгеновская трубка Mo tube, съёмная рентгеновская трубка W tube, тринокулярный микроскоп для преподавателя 1000х, предметный столик, план-ахроматическая "бесконечная оптика", лабораторный набор по генетике и материалы , трис-боратный буфер для электрофореза, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Cosmos, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Focus Plus, очки дополненной реальности Epson, камера 360 профессиональная Insta360 Pro, камера 360 любительская Insta360 One, стационарный персональный компьютер Parus 2021, интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» Программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма ПО 3datlas Контракт 12-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Оборудование для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации (рентгенография) Контракт 13-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Профессиональные оптические приборы ПО TouP Cam Контракт 14-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Учебно-демонстрационное оборудование (Цифровая лаборатория по физике ПО Releon Lite 3.63) Контракт 15-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы «VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager,	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

Libre Office Ауд. 307 Кабинет по робототехнике Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного действия, стационарный персональный компьютер Parus 2021, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12.21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Операционная система РЭД ОС Муром 7.3.1 Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Стационарные персональные компьютеры Parus 2021Core i5 10400F Контракт №55-ЭА/2021 от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 413 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> «VR» - оборудование Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 417 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 420 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 421 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (десктоповая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика\преподавателя 4 мобильных компьютерных класса DEPO VIP 1530 Контракт №9-ЭА/2022 от 16.08.2022 ООО Умика Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Изучение курса математической логики и теории алгоритмов является важной частью теоретической и практической подготовки будущего учителя математики и информатики.

Согласно программе дисциплины, двухсеместровый курс математической логики и теории алгоритмов разделен на 9 разделов, каждый из которых решает определенные задачи.

В седьмом семестре студенты изучают 5 разделов, относящихся к первой части дисциплины – математической логике. Изучение этих разделов имеет важное значение не только в профессионально-предметной подготовке учителя математики, но также является теоретической основой для изучения ряда дисциплин в области информатики.

Преподаватель на лекциях и практических занятиях этой части курса должен уделить особое внимание усвоению студентами основополагающих фактов логики высказываний и логики предикатов.

Теоретический материал этих разделов играет важную роль в формировании представлений студентов об аксиоматическом методе в математике, о роли математической логики в решении проблем оснований математики.

Все это предъявляет свои требования к формам контроля этого семестра. По каждому из разделов 2 – 5 предполагается проведение коллоквиумов, проверяющих усвоение теоретического материала. По разделам 2 и 4 проводятся аудиторные контрольная и проверочная работы на проверку наличия необходимых практических навыков и умений применять полученные знания при решении задач на приложения алгебры высказываний и логики предикатов.

Допуск к экзамену осуществляется только при выполнении всех видов практических работ. Студент, успешно отчитавшийся по всем формам контроля (не менее 60 % по каждой из форм: коллоквиумы по разделам 2-5, контрольная работа по алгебре высказываний, проверочная работа по логике предикатов), по его желанию может быть освобожден от экзамена с выставлением оценки по рейтингу. Рейтинговая оценка на экзамене может быть улучшена не более, чем на 30%.

В седьмом семестре студенты изучают 4 раздела, объединенных общим названием – «теория алгоритмов». Усвоение теоретического материала этого семестра

помогает сформировать у студентов понимание важнейших свойств алгоритмов, грамотно формулировать алгоритмические проблемы. В рамках практических занятий студенты научатся грамотно формулировать алгоритмические проблемы и использовать метод сведения для доказательства алгоритмической неразрешимости проблем. Важным навыком является построение машин Тьюринга для вычисления арифметических функций и доказательства истинности предикатов.

В течение семестра проводятся два коллоквиума (для проверки знаний теоретического материала) и две домашних контрольных работы. По результатам этих контрольных точек выставляется общий рейтинг студента. При рейтинге свыше 65%, студент освобождается от написания итоговой контрольной работы и получает отметку «зачтено». Студент может добрать необходимое количество баллов при написании итоговой контрольной работы.

10.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Общая трудоемкость дисциплины, в соответствии с учебным планом, составляет 3 зачетные единицы и включает учебное время, отведенное на **лекционные, практические занятия и самостоятельную работу** студента.

Тематика лекционных и практических занятий охватывает все разделы учебной дисциплины и ориентирована на выполнение ее целей и задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины.

На лекционных занятиях рекомендуется внимательно слушать преподавателя, конспектировать материал лекции, принимать участие в интерактивных формах, используемых преподавателем на лекции, задавать вопросы и активно отвечать на поставленные вопросы. При подготовке к лекции необходимо проработать содержание предыдущих лекций, подготовить вопросы. После лекции также следует прочитать свой конспект, ознакомиться с вариантами изложения данной темы в учебниках и учебных пособиях, и если возникают вопросы, то можно с ними обратиться к преподавателю.

Цель **практических занятий** - осмысление студентами теоретического материала, изложенного на лекциях, формирование умения использовать его при решении практических задач в изучаемой области, развитие навыков самостоятельной работы, умения работать с учебной литературой.

Подготовка к практическому занятию включает выполнение заданий преподавателя по теме предыдущего занятия, а также подготовку к занятию по новой

теме – самостоятельное изучение материалов лекционного курса, источников обязательной и дополнительной литературы.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью учебного процесса. Она запланирована и структурирована таким образом, чтобы студент при подготовке к занятиям наиболее эффективно осваивал теоретический материал и получал системные знания по курсу.

Руководство самостоятельной работой студентов со стороны преподавателя заключается в оказании помощи при планировании работы по изучению курса, в разъяснении вопросов, возникающих у студентов при изучении отдельных тем курса, при подготовке к различным формам контроля, запланированным программой дисциплины.

Время, отведенное учебным планом на самостоятельную работу студента по дисциплине, составляет примерно 60% всей ее трудоемкости. Формы самостоятельной работы по каждому разделу дисциплины перечислены в технологической карте в конце программы.

При освоении данной дисциплины особое внимание следует уделить такой форме самостоятельной работы, как подготовка к коллоквиумам по теоретическому материалу каждого раздела и их сдача. Как правило, все коллоквиумы по этой дисциплине проводятся в письменной форме, что предъявляет особые требования к оформлению письменного ответа на поставленный вопрос коллоквиума: ответ должен быть точным, лаконичным, полным и аргументированным, теоретическое обоснование должно сопровождаться иллюстрацией примерами.

Для оценивания уровня достигнутых результатов освоения студентом каждого раздела дисциплины, а также всей дисциплины в целом, соответствия его заявленным требованиям, используется **балльно-рейтинговая система**, детально описанная в технологической карте дисциплины для каждого из двух семестров.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств разработан для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «**Математическая логика и теория алгоритмов**» и входит в состав основной образовательной программы по направлению подготовки: 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»), реализуемой при подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина». Фонд оценочных средств предназначен для проверки сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины «**Математическая логика и теория алгоритмов**» в соответствии с учебным планом 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»).

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

- - Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

Компетенции, этапы	Индикаторы	Оценочные средства
ПК-1 4 этап	Знать: - ПК-1.1: знание основы методики преподавания, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области математики (З.1); - ПК-1.2: знание рабочей программы и методики обучения по математике (З.2);	Практико-ориентированное задание: контрольная работа, коллоквиум, теоретический опрос, итоговый тест
	Уметь: - ПК-1.3: умение планировать и проводить учебные занятия по математике (У.1); - ПК-1.4: умение использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития по математике (У.2);	
	Владеть: - ПК-1.5: владеть формами и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п. (В.1).	

Компетенция ПК-1 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1 (способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика) формируется на четвертом этапе формирования компетенций.

Компетенция ПК-1 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика.

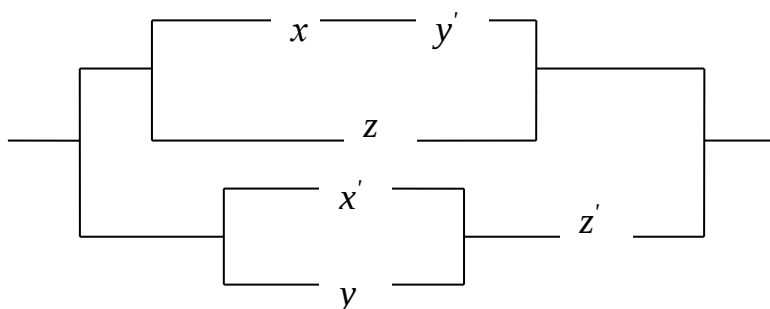
1. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

(Раздел 1. Математическая логика)

**Образец варианта контрольной работы
(4 курс, 7 семестр)**

Вариант № 1

1. С помощью таблиц истинности проверьте, будут ли равносильны следующие формулы алгебры высказываний: $X \rightarrow (Y \vee Z)$ и $(X \rightarrow Y) \vee (X \rightarrow Z)$.
2. С помощью равносильных преобразований приведите формулу алгебры высказываний к ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ: $(X \vee \neg Y) \rightarrow \neg(Z \leftrightarrow \neg X)$.
3. Для булевой функции $f(x, y, z)$ принимающей значение 0 на следующих наборах значений переменных, и только на них, найдите наиболее простую представляющую формулу: $f(0, 0, 1) = f(1, 1, 1) = f(1, 1, 0) = 0$.
4. Упростите релейно-контактную схему:



Критерии оценки контрольной работы:

1. Каждое задание работы оценивается в баллах; при допущенных ошибках оценка за задание снижается.
2. «Стоимость» каждого задания и максимально возможное число баллов определяется отдельно для каждой работы.

3. При оценивании задания учитывается аккуратность оформления и подробное описание хода решения со ссылками на соответствующий теоретический материал.
4. Итоговая оценка за всю работу соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.
5. Положительной считается оценка за работу не менее 60%. При отрицательной оценке студент переписывает работу заново (другой вариант).
6. Студент может повысить рейтинговый балл, выполнив работу над ошибками. Рейтинговый балл за повторную работу и при работе над ошибками не может быть больше 75 %.

Примечание. Задание №2 данной работы оценивается в 2 балла, остальные – в 1 балл. Максимально возможное число баллов за работу – 5 баллов.

2. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Коллоквиумы

Критерии оценки ответа на вопросы коллоквиума:

1. Коллоквиум проводится в письменной форме по билетам, в которые включены вопросы из программы коллоквиума.
2. Каждый вопрос билета оценивается в баллах; при допущенных ошибках и неточностях в формулировках определений и доказательстве теоремы оценка за вопрос снижается.
3. При оценивании ответа учитывается: правильность формулировок; установление взаимосвязи теории и практики; содержательность и аргументированность, полнота и структурная логичность доказательства; глубина знаний вопроса.
4. «Стоимость» каждого вопроса и максимально возможное число баллов за ответ по билету определяется отдельно для каждого коллоквиума.
5. Итоговая оценка за коллоквиум соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.
6. Положительной считается оценка не менее 60%. При отрицательной оценке студент пересдает коллоквиум заново (другой билет, и не более 2-х раз).
7. Рейтинговый балл за повторную пересдачу не может быть больше 75 %.

Программа коллоквиума №1

по математической логике (4 курс, 7 семестр, модуль 2)

1. Высказывания. Операции над высказываниями.
2. Формулы алгебры высказываний. Равносильность формул.
3. Закон двойственности.
4. Проблема разрешения для алгебры высказываний.
5. СДНФ и СКНФ. Алгоритмы перехода от нормальных форм к совершенным нормальным.
6. Булевы функции.
7. Разложение функций по аргументам.
8. Представление функций в виде СДНФ и СКНФ.
9. Полные системы функций.
10. Применение ФАЛ к РКС.

Образец билета коллоквиума №1

Вариант 1

1. Сформулируйте и докажите теорему о разложении булевой функции по аргументам.
2. Сформулируйте определение СКНФ формулы логики высказываний. Приведите пример формулы в виде СКНФ.
3. Сформулируйте закон двойственности для формул логики высказываний.

Примечание. Вопрос №1 данного билета оценивается в 2 балла, остальные – в 1 балл.

Максимально возможное число баллов за ответ – 4 балла (100%).

Программа коллоквиума №2

по математической логике (4 курс, 7 семестр, модуль 3)

1. Построение формальной аксиоматической теории на примере исчисления высказываний (алфавит, определение формулы, система аксиом, правила вывода). Понятие формального доказательства.
2. Понятие формального вывода. Свойства выводимости из посылок.
3. Теорема дедукции и ее следствия.
4. Производные правила вывода.
5. Производные правила доказуемости (правила силлогизма, соединения, разъединения, перестановки посылок и т.д.).
6. Значение формул в исчислении высказываний. Теорема о тождественной истинности произвольной доказуемой формулы.
7. Непротиворечивость формальной теории. Различные определения непротиворечивости. Эквивалентность двух определений непротиворечивости для исчисления высказываний.
8. Непротиворечивость исчисления высказываний.
9. Полнота исчисления высказываний (в узком и широком смысле).

Образец билета коллоквиума №2

Вариант 1

1. Докажите теорему дедукции для ИВ.
2. Сформулируйте определение формального вывода из посылок. Перечислите свойства выводимости из посылок.
3. Постройте формальный вывод: $A \rightarrow B \vdash \neg B \rightarrow \neg A$.

Примечание. Вопрос №1 данного билета оценивается в 3 балла, вопрос №2 – в 1 балл, вопрос №3 – в 2 балла. Максимально возможное число баллов за ответ – 5 баллов (100%).

Программа коллоквиума №3 по математической логике (4 курс, 7 семестр, модуль 4)

1. Понятие одноместного и n -местного предиката. Область истинности предиката. Логические операции над предикатами. Кванторы.
2. Алфавит логики предикатов, определение формулы. Свободные и связанные переменные.
3. Сигнатура, интерпретация формулы. Значение формулы в данной интерпретации.
4. Равносильность формул. Основные равносильности логики предикатов.
5. Теоретико-множественный смысл предикатов и кванторов.
6. Нормальная и предваренная нормальная формулы.
7. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов.
8. Проблема разрешения в алгебре предикатов. Теорема Черча. Частные случаи проблемы разрешения.

Образец билета коллоквиума №3

Вариант № 1

1. Сформулируйте определение n -местного предиката и его области истинности. Приведите примеры.
2. Докажите равносильность: $\neg \forall x P(x) \equiv \exists x \neg P(x)$.
3. Предикаты $P^o(x, y)$ и $F^o(y)$ заданы на множестве $M = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$; $P^o(x, y)$ задан таблицей

y x	a_1	a_2	a_3	a_4
a_1	0	1	1	0
a_2	1	0	0	1
a_3	0	1	0	1
a_4	0	0	1	1

а предикат $F^o(y)$ задан таблицей

y	a_1	a_2	a_3	a_4
$F^o(y)$	1	0	0	1

Определите значение формулы: $\forall y \exists x (P(x, y) \& F(y))$ в интерпретации $\langle M, P^o(x, y), F^o(y) \rangle$.

4. Применяя равносильные преобразования приведите следующие формулы к предваренной нормальной форме: $\exists y [P(x) \rightarrow Q(y)] \rightarrow \forall y [P(y) \vee \forall z Q(z)]$
5. Изобразите на координатной плоскости множество истинности двухместного предиката $P^o(x, y) : \langle (x^2 + y^2 > 1) \leftrightarrow (x + y < 0) \rangle$, заданного на множестве действительных чисел

R; определите области истинности одноместных предикатов $\exists x P^o(x, y)$, $\forall x P^o(x, y)$, $\exists y P^o(x, y)$, $\forall y P^o(x, y)$; с помощью кванторов постройте из данных предикатов всевозможные высказывания и определите, какие из них истинны, а какие ложны.

6. Запишите высказывание «Никакое натуральное число не меньше 1» на языке логики предикатов и сформулируйте его отрицание.

Примечание. Вопросы №2 и 5 данного билета оцениваются в 2 балла, остальные – в 1 балл. Максимально возможное число баллов за ответ – 8 баллов (100%).

Программа коллоквиума №4 **по математической логике (4 курс, 7 семестр, модуль 5)**

1. Исчисление предикатов. Алфавит, формулы исчисления предикатов.
2. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов.
3. Теорема дедукции ИП.
4. Значение формул ИП в интерпретации. Непротиворечивость ИП.
5. Полнота ИП. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов.
6. Модели теорий. Теорема о полноте для теорий. Формальная арифметика. Теоремы Геделя о неполноте формальной арифметики.
7. Формализация теории множеств. Обзор результатов о непротиворечивости и независимости в основаниях теории множеств.
8. Парадоксы теории множеств. Проблема непротиворечивости математики. Программа Гильберта.

Примечание. Коллоквиум предполагает полный ответ в письменной форме на один из вопросов программы. Максимально возможный рейтинговый балл за ответ – 100%.

3. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Итоговый тест **по математической логике**

Алгебра логики и функции алгебры логики

Задание 1

Будет ли формула $((x \rightarrow y) \rightarrow x) \rightarrow x$ тавтологией?

Задание 2

Будут ли формулы $\neg(x \leftrightarrow ((y \vee \neg z) \rightarrow \neg(x \vee \neg y)))$ и $(\neg x \& \neg y \vee x \& z) \& \neg y$ равносильны?

Задание 3

Привести не менее трех примеров систем полных функций.

Задание 4

Постройте функцию, двойственную для функции $f(x, y) = x \rightarrow (x \& y)$.

Задание 5

Построить СДНФ и СКНФ для функции $f(x,y,z)$, которая принимает значение 1 только на наборах $(0,1,0)$, $(0,1,1)$, $(0,0,1)$.

Задание 6

С помощью построения КНФ ответить: будет ли формула $(x \rightarrow y) \rightarrow (x \rightarrow \neg y) \rightarrow \neg x$ тавтологией.

Исчисление высказываний

Задание 1

Доказать выводимость:

$$x \rightarrow y \vdash \neg y \rightarrow \neg x;$$

$$x \vee y \vdash \neg(\neg x \& \neg y).$$

Задание 2

Будет ли формула $((x \rightarrow y) \rightarrow x) \rightarrow x$ доказуемой?

Задание 3

Сформулируйте определение полноты формальной теории в широком смысле.

Задание 4

К системе аксиом исчисления высказываний добавили в качестве аксиомы формулу $(\neg y \rightarrow \neg x) \rightarrow (x \rightarrow y)$. Будет ли расширенная система аксиом непротиворечивой?

Логика предикатов

Задание 1

Будет ли формулой выражение $\forall_x (P(x) \rightarrow \forall_y Q(x, y))$?

Задание 2

Будет ли тавтологией формула $\exists_x \exists_y P(x, y) \rightarrow \exists_x P(x, x)$?

Задание 3

Построить предваренную нормальную форму для формулы:

$$\forall_x (P(x) \rightarrow \forall_y (Q(x, y) \rightarrow \neg \forall_z R(y, z)))$$

Задание 4

Будет ли формула $\exists_x \exists_y (P(x, y) \rightarrow (Q(y, z) \rightarrow P(x, x)))$ тавтологией?

Критерии оценки теста:

1. Каждое задание теста оценивается в 1 балл.
2. Итоговая оценка за весь тест соответствует проценту правильных ответов по отношению к общему числу всех вопросов в тесте.
3. Оценка за тест считается положительной, если студент ответил правильно не менее, чем на 60% вопросов теста.

4. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Вопросы к экзамену

по математической логике и теории алгоритмов для студентов 4 курса (7 семестр)

1. Высказывания. Операции над высказываниями.
2. Формулы алгебры высказываний. Равносильность формул.
3. Закон двойственности.
4. Проблема разрешения для алгебры высказываний.
5. СДНФ и СКНФ. Алгоритмы перехода от нормальных форм к совершенным нормальным.
6. Булевы функции.
7. Разложение функций по аргументам.
8. Представление функций в виде СДНФ и СКНФ.
9. Полные системы функций.
10. Применение ФАЛ к РКС. Построение формальной аксиоматической теории на примере исчисления высказываний (алфавит, определение формулы, система аксиом, правила вывода). Понятие формального доказательства.
11. Понятие формального вывода. Свойства выводимости из посылок.
12. Теорема дедукции и ее следствия.
13. Производные правила вывода.
14. Производные правила доказуемости (правила силлогизма, соединения, разъединения, перестановки посылок и т.д.).
15. Значение формул в исчислении высказываний. Теорема о тождественной истинности произвольной доказуемой формулы.
16. Непротиворечивость формальной теории. Различные определения непротиворечивости. Эквивалентность двух определений непротиворечивости для исчисления высказываний.
17. Непротиворечивость исчисления высказываний.
18. Полнота исчисления высказываний (в узком и широком смысле).
19. Понятие одноместного и n -местного предиката. Кванторы.
20. Алфавит логики предикатов, определение формулы. Свободные и связанные переменные.
21. Сигнатура, интерпретация формулы. Значение формулы в данной интерпретации.
22. Равносильность формул. Основные равносильности логики предикатов.
23. Теоретико-множественный смысл предикатов и кванторов.
24. Нормальная и предваренная нормальная формулы
25. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов.
26. Проблема разрешения в алгебре предикатов. Теорема Черча. Частные случаи проблемы разрешения.
27. Исчисление предикатов. Алфавит, формулы исчисления предикатов.
28. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов.

29. Теорема дедукции ИП.
30. Значение формул ИП в интерпретации. Непротиворечивость ИП.
31. Полнота ИП. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов.
32. Модели теорий. Теорема о полноте для теорий. Формальная арифметика. Теоремы Геделя о неполноте формальной арифметики.
33. Формализация теории множеств. Результаты о непротиворечивости и независимости в основаниях теории множеств.
34. Парадоксы теории множеств. Проблема непротиворечивости математики. Программа Гильберта.

Критерии оценки ответа на экзамене:

1. Экзамен проводится по билетам, в которые включены по два вопроса из программы.
2. При оценивании ответа учитывается: правильность формулировок; установление взаимосвязи теории и практики; содержательность и аргументированность, полнота и структурная логичность ответа; глубина знаний вопроса.
3. При допущенных ошибках и неточностях в формулировках определений и доказательствах теорем оценка за ответ снижается.
4. Допуск к экзамену осуществляется только при выполнении всех видов практических работ (контрольная работа №1, практическая часть коллоквиума по логике предикатов).
5. Студент, успешно отчитавшийся (не менее 60 %!) по всем формам контроля (контрольная работа по второму разделу и коллоквиумы по разделам №2 – 5), по его желанию может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением оценки по рейтингу.
6. . Рейтинговая оценка на экзамене может быть улучшена не более, чем на 30%.

5. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

(Раздел 2. Теория алгоритмов)

Теоретический опрос по теории алгоритмов (по теме «Машины Тьюринга»)

1. Поясните, какие процессы называют алгоритмами. Приведите примеры алгоритмов в математике.
2. Перечислите основные требования к алгоритму.
3. Опишите составные части машины Тьюринга.
4. Какой вид имеет команда машины Тьюринга и какие действия выполняет машина по этой команде?
5. Что представляет собой программа машины Тьюринга. В какой форме она может быть задана?
6. Когда говорят, что функция f правильно вычислима на машине Тьюринга T ?
7. Что собой представляет машина Тьюринга T , вычисляющая сложную функцию $f(x) = f_2(f_1(x))$? Ответ поясните.
8. Когда говорят, что машина Тьюринга вычисляет предикат? Представьте в виде преобразования конфигураций вычисление предиката с восстановлением.

9. Постройте блок-схему машины Тьюринга, вычисляющую функцию $f(x)$ по условию: $f(x) = \begin{cases} g_1(x), & \text{если } P(x) = И \\ g_2(x), & \text{если } P(x) = Л \\ \text{не определена, если } P(x) - \text{не определен.} \end{cases}$.
10. Какая машина T_u называется универсальной машиной Тьюринга? Как решается проблема восприятия универсальной машиной T_u системы команд и исходных данных произвольной машины T ?
11. Сформулируйте тезис Тьюринга. Чему равносильно утверждение о «несуществовании» машины Тьюринга для реализации некоторого процесса?
12. Какая задача называется проблемой остановки для машины Тьюринга? Как она решается?

Критерии оценки контрольного опроса:

1. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.
2. Итоговая оценка за весь опрос соответствует проценту правильных ответов по отношению к общему числу всех вопросов.
3. Оценка за опрос считается положительной, если студент ответил правильно не менее, чем на 60% всех вопросов.

6. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Вопросы к коллоквиуму по теории алгоритмов (по теме «Рекурсивные функции»)

1. Прimitивно-рекурсивные функции.
2. Основные функции и основные примитивно-рекурсивные операторы.
3. Прimitивно-рекурсивное описание и примитивно-рекурсивные функции. Примеры.
4. Прimitивная рекурсивность арифметических функций. Примеры.
5. Прimitивно-рекурсивные предикаты и операторы.
6. Существование вычислимых не примитивно-рекурсивных функций.
7. Частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Примеры.
8. Тезис Чёрча.
9. Вычислимость на машине Тьюринга рекурсивных функций.

Критерии оценки ответа на вопросы коллоквиума:

1. Коллоквиум проводится в письменной форме по билетам, в которые включены вопросы из программы коллоквиума.
2. Каждый вопрос билета оценивается в баллах; при допущенных ошибках и неточностях в формулировках определений и доказательстве теорем, неполном ответе на вопрос, оценка снижается.
3. При оценивании ответа учитывается: правильность формулировок; установление взаимосвязи теории и практики; содержательность и аргументированность. полнота и структурная логичность доказательства; глубина знаний вопроса.
4. Итоговая оценка за коллоквиум соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.

5. Положительной считается оценка не менее 60%. При отрицательной оценке студент пересдает коллоквиум заново (другой билет, и не более 2-х раз).
6. Рейтинговый балл за повторную пересдачу не может быть больше 75 %.

7. *Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:*

**Образец домашней контрольной работы № 1
по теме «Машины Тьюринга»**

Вариант 1

Задача №1

Построить машину Тьюринга, вычисляющую функцию $sg\ x = \begin{cases} 0, & \text{если } x = 0 \\ 1, & \text{если } x > 0 \end{cases}$

Задача №2

Построить машину Тьюринга, вычисляющую предикат « x – чётное число».

Задача №3

Построить машину Тьюринга, вычисляющую функцию $f(x) = \left\lfloor \frac{x}{2} \right\rfloor$.

Вариант 2

Задача №1

Построить машину Тьюринга, вычисляющую функцию $\overline{sg}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x = 0 \\ 0, & \text{если } x > 0 \end{cases}$

Задача №2

Построить машину Тьюринга, вычисляющую предикат « x – нечётное число».

Задача №3

Построить машину Тьюринга, вычисляющую функцию $f(x,y) = \min(x,y)$.

Примечание. В работе все задания оцениваются в 2 балла. Максимально возможное число баллов за работу – 6 баллов (100%).

**Образец домашней контрольной работы № 2
по теме «Рекурсивные функции»**

Вариант 1

Задача №1

Найти функцию, которая получается из функций $g(x)=x$ и $h(x,y,z)=x^z$ с помощью оператора примитивной рекурсии.

Задача №2

Найти функцию, которая получается из функций $g(x)=x$ и $h(x,y,z)=z^2$ с помощью оператора примитивной рекурсии.

Задача №3

Доказать, что функция $f(x,y)=x^y$ примитивно-рекурсивная.

Задача №4

Доказать, что функция $f(x,y)=|x-y|$ примитивно-рекурсивная.

Примечание. В работе задания 1 и 2 оцениваются в 1 балл, а 3 и 4 – в 2 балла.

Максимально возможное число баллов за работу – 6 баллов (100%).

8. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

Итоговый тест

по математической логике и теории алгоритмов (5 курс, 9 семестр)

1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом $A=\{1\}$ задана программой

$q \backslash a$	1	λ
q_1	$q_1 1 R$	$q_2 1 L$
q_2	$q_2 1 L$	$q_z \lambda R$

В какую конфигурацию перерабатывает эта машина конфигурацию $q_1 11$?

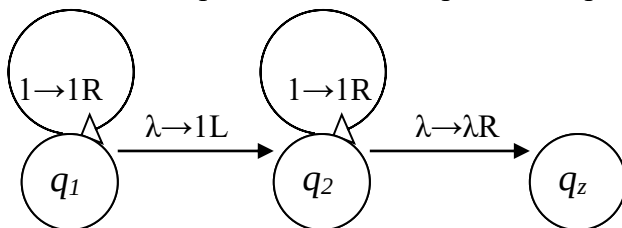
- 1) $q_2 111$
- 2) $q_2 11$
- 3) $q_2 1$

2. Какую функцию $f(x,y)$ правильно вычисляет машина Тьюринга с программой

$q \backslash a$	λ	1	*
q_1	$q_2 1 L$	$q_1 1 R$	$q_1 1 R$
q_2	$q_z \lambda R$	$q_2 1 L$	

- 1) $f(x,y)=x+y$
- 2) $f(x,y)=x+y+1$
- 3) $f(x,y)=x+y+2$

3. Машина Тьюринга задана диаграммой переходов



Какую функцию $f(x)$ вычисляет эта машина?

1) $f(x,y)=x$

2) $f(x,y)=x+1$

3) $f(x,y)=x+2$

4. Если машина T_1 копирует содержимое ленты, а T_2 вычисляет функцию $f(x,y)=x+y$, и на ленте записано число x , то машина $T = T_2 \cdot T_1 \cdot T_2 \cdot T_1$ вычисляет функцию:

1) $f(x,y)=2x$

2) $f(x,y)=4x$

3) $f(x,y)=3x$

5. Машина Тьюринга задана следующей программой:

$q \backslash a$	λ	1
q_1	$q_2 1 L$	$q_1 1 R$
q_2	$q_3 1 R$	$q_2 1 L$
q_3	$q_z 0 E$	$q_z 1 R$

Эта машина правильно вычисляет функцию:

1) $f(x,y)=2x$

2) $f(x,y)=x+1$

3) $f(x,y)=x+2$

6. Машина Тьюринга задана следующей программой:

$q \backslash a$	1	λ	$*$
q_1	$q_1 1 R$	$q_1 \lambda R$	$q_z 1 R$
q_2	$q_2 1 L$	$q_z \lambda R$	

В какую конфигурацию переведет машина начальную конфигурацию $q_1 1 * 1$?

1) машина не останавливается

2) $q_z 1 1$

3) $q_z 1 1 1$

7. Машина Тьюринга задана следующей программой:

$q \backslash a$	1	λ	*
q_1	$q_1 1 R$	$q_1 \lambda R$	$q_2 1 R$
q_2	$q_2 1 L$	$q_z \lambda R$	

В какую конфигурацию переведет машина начальную конфигурацию $q_1 1 1$?

1) машина не останавливается

2) $q_z 1 1$

3) $q_z 1 1 1$

8. Машина Тьюринга задана следующей программой:

$q \backslash a$	1	λ	*
q_1	$q_2 1 R$	$q_3 1 R$	$q_3 1 R$
q_2	$q_2 1 R$	$1 q_z R$	$q_3 1 R$
q_3	$q_z 1 L$	$q_z 1 L$	$q_z 1 L$

Исходя из какой начальной конфигурации машина не останавливается?

1) $q_1 \lambda 1 1$

2) $q_1 1 1$

3) $q_1 * 1 1$

9. Если $f(x)=s(s(x))$, то

1) $f(x)=2x+1$

2) $f(x)=x+2$

3) $f(x)=2x+2$

10. Если $f(x)=s(s(s(o(x))))$, то

1) $f(x)=3x+1$

2) $f(x)=x+3$

3) $f(x)=3$

11. Если $f(x,y)$ получена с помощью оператора примитивной рекурсии из функций $g(x)=x$ и $h(x,y,z)=z^2$, то

1) $f(x,y)=x^{2y}$

2) $f(x,y)=x^{y^2}$

3) $f(x,y)=x^{2^y}$

12. Дано примитивно-рекурсивное описание функции $f(x,y)$

1. $0(x)$

2. $s(x)$

3. $S(2,1)$

4. $I_3^3(x,y,z)$

5. $S(2,4)$

6. $R(3,5)$

Тогда

1) $f(x,y)=x+y$

2) $f(x,y)=x+1$

3) $f(x,y)=y+1$

13. Если $f(x)=\mu_{y \leq z}((y+1)^2 > x)$, то

1) $f(x)=[x]^2$

2) $f(x)=[\sqrt{x}]$

3) $f(x)=[x+1]^2$

14. Функция $f(x)=\mu_y(|x-y|=0)$ является:

1) Всюду определенной;

2) Частично-определенной;

3) Нигде не определенной.

15. Функция $f(x)=\mu_y(x+y=0)$ является:

1) Всюду определенной;

2) Частично-определенной;

3) Нигде не определенной.

16. Любая функция, вычислимая на машине Тьюринга является:

1) Примитивно-рекурсивной;

2) Частично-рекурсивной;

3) Общерекурсивной.

17. Тезис Чёрча утверждает, что любая вычислимая функция является:

1) Общерекурсивной;

- 2) Частично-рекурсивной;
- 3) Примитивно-рекурсивной.

18. Пусть A есть высказывание: «множество M - разрешимо», а B – «множество M - перечислимо». Какое из следующих высказываний будет истинным:

- 1) $A \supset B$
- 2) $B \subset A$
- 3) $A \sim B$

Критерии оценки теста:

- 1. Каждое задание теста оценивается в 1 балл.
- 2. Итоговая оценка за весь тест соответствует проценту правильных ответов по отношению к общему числу всех вопросов в тесте.
- 3. Оценка за тест считается положительной, если студент ответил правильно не менее, чем на 60% вопросов теста.

9. *Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:*

**Содержание итоговой контрольной работы
по математической логике и теории алгоритмов
для студентов 4 курса (7 семестр)**

Итоговая контрольная работа составляется из типовых заданий, аналогичным включенным в следующие проверочные работы:

- 1. Домашняя контрольная работа №1 по теме «Машины Тьюринга»;
- 2. Итоговый тест;
- 3. Домашняя контрольная работа №2 по теме «Рекурсивные функции».

Критерии оценки контрольной работы:

- 1. Проводится в форме проверочной аудиторной работы.
- 2. Каждое задание работы оценивается в 1 балл; при допущенных ошибках оценка за задание снижается.
- 3. При оценивании задания учитывается аккуратность оформления и подробное описание хода решения со ссылками на соответствующий теоретический материал.
- 4. Итоговая оценка за всю работу соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.
- 5. Положительной считается оценка за работу не менее 60%. При отрицательной оценке студент переписывает работу заново (другой вариант).
- 6. Рейтинговый балл за повторное написание работы не может быть больше 75 %.
- 7. От итоговой контрольной работы освобождаются студенты, отчитавшиеся по обоим домашним контрольным работам, тесту, теоретическому опросу и коллоквиуму не менее, чем на 60 % по каждой из перечисленных форм.

Критерии оценки контрольной работы:

1. Проводится в форме проверочной аудиторной работы.
2. Каждое задание работы оценивается в 1 балл; при допущенных ошибках оценка за задание снижается.
3. При оценивании задания учитывается аккуратность оформления и подробное описание хода решения со ссылками на соответствующий теоретический материал.
4. Итоговая оценка за всю работу соответствует проценту полученного суммарного балла по отношению к максимально возможному числу баллов.
5. Положительной считается оценка за работу не менее 60%. При отрицательной оценке студент переписывает работу заново (другой вариант).
6. Рейтинговый балл за повторное написание работы не может быть больше 75 %.
7. От итоговой контрольной работы освобождаются студенты, отчитавшиеся по обоим домашним контрольным работам, тесту, теоретическому опросу и коллоквиуму не менее, чем на 60 % по каждой из перечисленных форм.

Уровни сформированности компетенции ПК-1в рамках дисциплины 4 курс, 7 семестр:

Уровни сформированности компетенции ПК-1.	Основные признаки уровня
Пороговый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - определений логических операций над высказываниями и их простейших свойств; - основных законов логической равносильности для формул логики высказываний; - определений логических операций над предикатами; - наиболее важных тавтологий логики предикатов, лежащих в основе равносильных преобразований формул логики предикатов; - основных компонентов формализованного исчисления высказываний (язык, система аксиом, правила вывода); проявляет умение: - распознавать тождественно истинные, выполнимые и невыполнимые формулы языка логики высказываний построением таблиц истинности; - находить по образцу нормальные формы для формул логики высказываний, возможно допуская при этом ошибки непринципиального характера; - определять логическую структуру несложных утверждений, записывать их на языке логики предикатов, определять их значение истинности, строить их отрицание; показывает владение: - алгоритмами построения совершенных нормальных форм для булевых функций - навыками применения полученных знаний к задачам школьной математики.

	По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 60 до 75 баллов
Базовый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - основных понятий и фактов логики высказываний, законов логической равносильности; - основных понятий и фактов логики предикатов, наиболее важных тавтологий логики предикатов, лежащих в основе равносильных преобразований формул логики предикатов; - основных компонентов формализованного исчисления высказываний (язык, система аксиом, правила вывода); - основных свойств формализованного исчисления высказываний (непротиворечивость, полнота, разрешимость, независимость системы аксиом); проявляет умение: - распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний; - использовать основные факты логики высказываний при решении логических задач; - строить простейшие выводы в исчислениях высказываний, возможно допуская при этом некоторые неточности; - применять средства языка логики предикатов для записи и анализа математических предложений; показывает владение: - техникой равносильных преобразований формул логики высказываний и логики предикатов; - навыками применения полученных знаний к задачам школьной математики; - представлениями о взаимосвязи математической логики с математической наукой, со школьными курсами математики и информатики. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 75 до 87 баллов
Повышенный	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - основных понятий и фактов логики высказываний, законов логической равносильности; - основных понятий и фактов логики предикатов, наиболее важных тавтологий логики предикатов, лежащих в основе равносильных преобразований формул логики предикатов; - логических основ аксиоматического метода, компонентов и свойств формализованного исчисления высказываний и важнейших теорий первого порядка; проявляет умение: - распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний и общезначимые

	формулы языка логики предикатов; - использовать основные факты логики высказываний при решении логических задач; - применять средства языка логики предикатов для записи и анализа математических предложений; - строить простейшие выводы в исчислениях высказываний и предикатов и использовать эти модели для объяснения сути и строения математических доказательств; показывает владение: - техникой равносильных преобразований формул логики высказываний и логики предикатов; - методами распознавания тождественно истинных (общезначимых) и равносильных формул логики высказываний (предикатов); - дедуктивным аппаратом изучаемых логических исчислений; - представлениями об основных теориях и концепциях математической логики и ее роли в вопросах обоснования математики; - представлениями о взаимосвязи математической логики с математической наукой, со школьными курсами математики и информатики; - навыками применения полученных знаний и умений при решении практических задач профессиональной деятельности. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 87 до 100 баллов
--	---

Уровни сформированности компетенции ПК-1в рамках дисциплины 4 курс, 7 семестр:

Уровни сформированности компетенции ПК-1.	Основные признаки уровня
Пороговый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - основных свойства алгоритмов; - описания устройства и работы машин Тьюринга; - определений примитивно-рекурсивных, частично-рекурсивных и общерекурсивных функций; проявляет умение: - строить машины Тьюринга, вычисляющие простейшие арифметические функции; - доказывать по образцу рекурсивность простейших арифметических функций и предикатов; По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 60 до 75 баллов

Базовый	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - важнейших свойств алгоритмов в математике; - описания и области применимости машин Тьюринга; - определения вычислимых функций; - определений примитивно-рекурсивных, частично-рекурсивных и общерекурсивных функций; - знание определения неразрешимости множеств. проявляет умение: - строить машины Тьюринга, вычисляющие простейшие арифметические функции; - доказывать рекурсивность простейших арифметических функций и предикатов; показывает владение: - представлениями о взаимосвязи дисциплины с математической наукой, со школьными курсами математики и информатики. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 75 до 87 баллов
Повышенный	При выполнении заданий всех форм контроля студент демонстрирует знание: - важнейших свойств алгоритмов в математике; - математические уточнения понятия алгоритма и вычислимой функции; - примеров неразрешимых алгоритмических проблем из теории алгоритмов и других разделов математики; проявляет умение: - строить машины Тьюринга для вычисления различных функций; - определять принадлежность функции к классу рекурсивных (частично-рекурсивных, общерекурсивных, примитивно-рекурсивных); - грамотно формулировать алгоритмические проблемы; показывает владение: - навыками применения полученных знаний и умений в различных ситуациях (в пределах изученной тематики курса); - представлениями о применении теории алгоритмов в областях программного обеспечения компьютеров, информатики и систем искусственного интеллекта; - представлениями о взаимосвязи дисциплины с математической наукой, со школьными курсами математики и информатики. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 87 до 100 баллов

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Целью промежуточной аттестации по данной дисциплине является оценка уровня сформированности компетенций в результате усвоения знаний, приобретения умений, навыков и опыта деятельности в рамках освоения дисциплины (модуля).

Процедура оценивания охватывает обучающихся, осваивавших дисциплину (модуль). Процедура оценивания проводится по окончании освоения дисциплины (модуля). Оценка уровня сформированности компетенций на этапах их формирования определяется на основании собеседования, включающих теоретические вопросы или задания, в которых обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы; при этом актуализируется определенный комплекс знаний, необходимый для разрешения данной проблемы. Оценивание ответов обучающихся проводится в соответствии с приведенными критериями.

На основании ответов (ответов на тест, выполнение практико-ориентированного задания) оценивается уровень сформированности компетенций на этапах их формирования в рамках дисциплины (модуля), а также уровень знаний, умений, навыков и опыта деятельности, по результатам выставляется оценка. Результаты проведения процедуры в установленном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и электронные ведомости. По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

Процедура оценивания (зачет) соответствует действующим в вузе текущим положениям, включая Положение о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.