

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическая логика»

Составители	Корнеев Г.А., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО Штукенберг Д.Г., преподаватель, ИТМО
Направление подготовки / специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) ОПОП	Программирование и искусственный интеллект
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2023
Курс	1
Семестр(ы)	3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины «Математическая логика» является ознакомление слушателей с основными понятиями и методами математической логики.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение логических исчислений (классическое исчисление высказываний, интуиционистское исчисление высказываний, исчисление предикатов, формальная арифметика),
- приобретение практических навыков применения математической логики в программировании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Математическая логика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и осваивается в 3 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) профессиональных (ПК).

ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

ПК-11. Разработка и сопровождение программных проектов.

ПК-13. Способность разрабатывать, анализировать, реализовывать и внедрять алгоритмы и структуры данных в рамках разработки системного и прикладного программного обеспечения.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных ПК-8.2. Владение методами теории линейных пространств и операторов ПК-8.3. Владение методами функционального анализа для решения сложных задач информатики	ИПК-8.1.1. Современный математический аппарат	ИПК-8.2.1. Владеть методами функционального анализа для решения сложных задач информатики	ИПК-8.3.1. Навыками применения современного математического аппарата
ПК-11.1. Формализация и алгоритмизация поставленных задач ПК-11.2. Проектирование программного обеспечения	ИПК-11.1.1. Основные свойства систем формальной арифметики.	ИПК-11.2.1. Работа в контексте формальной арифметики.	ИПК-11.3.1. Навыками доказательства утверждений в контексте формальной арифметики.
ПК-13.1. Знание и владение современными алгоритмами и структурами данных ПК-13.2. Способен применять аппарат математической логики, теории типов и абстрактной алгебры для анализа программ и процессов в них ПК-13.3. Способен разрабатывать программы для численного решения практических задач	ИПК-13.1.1. Основные теоремы об исчислении высказываний и системах первого порядка.	ИПК-13.2.1. Рассуждать с использованием формальной логики.	ИПК-13.3.1. Основными знаниям о формальных системах

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём дисциплины составляет 3 зачётные единицы, в том числе 54 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лекции, 36 часов – лабораторные работы), и 54 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Введение издалека: общая топология	3	3	-	0	-	9	лабораторная работа
Классическое исчисление высказываний	3	3	-	9	-	9	лабораторная работа
Интуиционистское исчисление высказываний	3	3		9		9	лабораторная работа
Исчисление предикатов	3	3		9		9	лабораторная работа
Формальная арифметика и рекурсивные функции	3	3		9		9	лабораторная работа
Введение в теорию множеств	3	3		0		9	лабораторная работа
Итого		18	-	36	-	54	Зачёт

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение издалека: общая топология

Определения

Раздел 2. Классическое исчисление высказываний

Классическое исчисление высказываний 1, Язык исчисления высказываний, Теоремы

Раздел 3. Классическое исчисление высказываний

Интуиционистское исчисление высказываний, Полнота алгебр Гейтинга как моделей ИИВ, Алгебры Гейтинга и Булевы алгебры, Дизъюнктивность ИИВ, Нетабличность ИИВ, Математическая мотивация и общие понятия

Раздел 4. Исчисление предикатов

Теоремы о дедукции и корректности, Полнота ИП, существование модели для бескванторной части, Язык исчисления предикатов, Исчисление предикатов, Теорема о полноте ИП

Раздел 5. Формальная арифметика и рекурсивные функции

Примитивно-рекурсивные и рекурсивные функции, Гёделева нумерация, арифметизация математики, рекурсивность представимых в формальной арифметике функций, Формальная арифметика и рекурсивные функции, Теоремы Гёделя о неполноте арифметики, Представимость функций в формальной арифметике, Аксиоматика Пеано и формальная арифметика

Раздел 6. Формальная арифметика и рекурсивные функции

Аксиоматика Цермело-Френкеля, Ординалы и кардиналы

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ

И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;

- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;
- написание конспекта лекции.
- Лекция должна включать следующие разделы:
- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная 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. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);
- внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий разнообразного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятель-

ности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

- Лекция – основной вид обучения в вузе.
- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Математическая логика» могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах.

№	Формы	Описание
1	Лекция-дискуссия	Лекция-дискуссия специально не назначается, а возникает достаточно спонтанно на большинстве лекций. Студенты устно высказывают свое мнение по ходу лекции, дискутируют как с лектором, так и между собой. Также дискуссии иногда возникают при защите лабораторных работ.
2	Исследовательские методы в обучении	Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения.
3	Самостоятельная работа	Работа с ресурсами Internet, подготовка к лабораторным работам

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Математическая логика» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 6 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя

Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Лабораторная работа 1

Лабораторная работа выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала.

Лабораторные работы должны быть сданы в период прочтения курса.

Сдача работы представляет собой предоставление отчета в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

Примеры заданий к лабораторной работе «Классическое исчисление высказываний 1»

- Разработка программы проверки корректности доказательства
- Разработка программы преобразования доказательства в соответствии с теоремой о дедукции
- Разработка программы, строящей доказательство общезначимого высказывания

Порядок предоставления отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Время, отводимое на выполнение – 4 часа. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Шаблон отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе № _____

«Название лабораторной работы»

1. Цель и задачи лабораторной работы: _____

2. Методика проведения исследования: _____

3. Анализ погрешностей: _____

4. Результаты: _____

5. Выводы: _____

Требования к выполнению лабораторной работы

Отчеты по лабораторным работам должны быть отправлены на электронную почту преподавателя не позднее, чем через две недели после выдачи задания. Полученные выводы и графический материал должны быть информативными и корректными.

Шкала оценивания и критерии оценки (на примере одной лабораторной работы):

№ п/п	Показатели	Оценка (уровень)		
		высокий	средний	низкий
1	Уровень оформления отчета	5	3	0

2	Навыки представления результатов работы	5	3	0
3	Умение применять полученные знания в новом окружении или для новых	5	3	0
4	Умение обосновывать принятые решения, анализировать ограничения их применимости	5	3	0

Интуиционистское исчисление высказываний

Лабораторная работа выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала.

Лабораторные работы должны быть сданы в период прочтения курса.

Сдача работы представляет собой предоставление отчета в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

Примеры заданий к лабораторной работе «Интуиционистское исчисление высказываний»

1. Разработка программы, проверяющей свойства отношения (является ли оно решёткой, дистрибутивной и импликативной решёткой, булевой алгеброй)
2. Разработка программы для поиска алгебры Гейтинга, опровергающей данное высказывание, по имеющейся опровергающей его модели Крипке
3. Разработка программы для поиска алгебры Гейтинга, опровергающей данное высказывание

Порядок предоставления отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Время, отводимое на выполнение – 4 часа. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Шаблон отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе № _____

«Название лабораторной работы»

1. Цель и задачи лабораторной работы: _____
2. Методика проведения исследования: _____
3. Анализ погрешностей: _____
4. Результаты: _____
5. Выводы: _____

Требования к выполнению лабораторной работы

Отчеты по лабораторным работам должны быть отправлены на электронную почту преподавателя не позднее, чем через две недели после выдачи задания. Полученные выводы и графический материал должны быть информативными и корректными.

Шкала оценивания и критерии оценки (на примере одной лабораторной работы):

№ п/п	Показатели	Оценка (уровень)		
		высокий	средний	низкий
1	Уровень оформления отчета	5	3	0
2	Навыки представления результатов работы	5	3	0
3	Умение применять полученные знания в новом окружении или для новых	5	3	0

4	Умение обосновывать принятые решения, анализировать ограничения их применимости	5	3	0
---	---	---	---	---

Исчисление предикатов

Лабораторная работа выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала.

Лабораторные работы должны быть сданы в период прочтения курса.

Сдача работы представляет собой предоставление отчета в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

Примеры заданий к лабораторной работе «Интуиционистское исчисление высказываний»

Разработка программы, проверяющей свойства отношения (является ли оно решёткой, дистрибутивной и импликативной решёткой, булевой алгеброй)

Разработка программы для поиска алгебры Гейтинга, опровергающей данное высказывание, по имеющейся опровергающей его модели Крипке

Разработка программы для поиска алгебры Гейтинга, опровергающей данное высказывание

Порядок предоставления отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Время, отводимое на выполнение – 4 часа. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Шаблон отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе № _____

«*Название лабораторной работы*»

1. Цель и задачи лабораторной работы: _____

2. Методика проведения исследования: _____

3. Анализ погрешностей: _____

4. Результаты: _____

5. Выводы: _____

Требования к выполнению лабораторной работы

Отчеты по лабораторным работам должны быть отправлены на электронную почту преподавателя не позднее, чем через две недели после выдачи задания. Полученные выводы и графический материал должны быть информативными и корректными.

Шкала оценивания и критерии оценки (на примере одной лабораторной работы):

№ п/п	Показатели	Оценка (уровень)		
		высокий	средний	низкий
1	Уровень оформления отчета	5	3	0
2	Навыки представления результатов работы	5	3	0
3	Умение применять полученные знания в новом окружении или для новых	5	3	0
4	Умение обосновывать принятые решения, анализировать ограничения их применимости	5	3	0

Формальная арифметика и рекурсивные функции

Лабораторная работа выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала.

Лабораторные работы должны быть сданы в период прочтения курса.

Сдача работы представляет собой предоставление отчета в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

Примеры заданий к лабораторной работе «Формальная арифметика и рекурсивные функции»

1. Разработка программы верификации доказательства в формальной арифметике
2. Разработка программ, доказывающих конкретные формулы формальной арифметики (например, $(a+1)(a+1)=aa+2*a+1$)

Порядок предоставления отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Время, отводимое на выполнение – 4 часа. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Шаблон отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе № _____

«Название лабораторной работы»

1. Цель и задачи лабораторной работы: _____
2. Методика проведения исследования: _____
3. Анализ погрешностей: _____
4. Результаты: _____
5. Выводы: _____

Требования к выполнению лабораторной работы

Отчеты по лабораторным работам должны быть отправлены на электронную почту преподавателя не позднее, чем через две недели после выдачи задания. Полученные выводы и графический материал должны быть информативными и корректными.

Шкала оценивания и критерии оценки (на примере одной лабораторной работы):

№ п/п	Показатели	Оценка (уровень)		
		высокий	средний	низкий
1	Уровень оформления отчета	5	3	0
2	Навыки представления результатов работы	5	3	0
3	Умение применять полученные знания в новом окружении или для новых	5	3	0
4	Умение обосновывать принятые решения, анализировать ограничения их применимости	5	3	0

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Зачет

Перечень вопросов:

1. Топология, примеры топологий, связность.

2. Исчисление высказываний. Общезначимость, доказуемость и выводимость. Корректность, полнота, непротиворечивость. Теорема о дедукции для исчисления высказываний.
3. Теорема о полноте исчисления высказываний.
4. Интуиционистское исчисление высказываний. ВНК-интерпретация. Решётки. Булевы и псевдобулевы алгебры.
5. Алгебра Линденбаума. Полнота интуиционистского исчисления высказываний в псевдобулевых алгебрах.
6. Модели Крипке. Сведение моделей Крипке к псевдобулевым алгебрам. Нетабличность интуиционистского исчисления высказываний.
7. Гёделева алгебра. Дизъюнктивность интуиционистского исчисления высказываний.
8. Исчисление предикатов. Общезначимость и выводимость. Теорема о дедукции в исчислении предикатов.
9. Непротиворечивые множества формул. Доказательство существования моделей у непротиворечивых множеств формул в бескванторном исчислении предикатов.
10. Теорема Гёделя о полноте исчисления предикатов. Доказательство полноты исчисления предикатов.
11. Теории первого порядка, структуры и модели. Аксиоматика Пеано. Арифметические операции. Формальная арифметика.
12. Прimitивно-рекурсивные и рекурсивные функции. Функция Аккермана. Прimitивная рекурсивность арифметических функций, функций вычисления простых чисел, частичного логарифма.
13. Представимость функций в формальной арифметике. Представимость примитивов $\$N\$, \$Z\$, \$S\$ в формальной арифметике.$
14. Бета-функция Гёделя. Представимость рекурсивных функций в формальной арифметике.
15. Гёделева нумерация. Рекурсивность представимых функций в формальной арифметике.
16. Непротиворечивость и омега-непротиворечивость. Первая теорема Гёделя о неполноте арифметики. Формулировка первой теоремы Гёделя о неполноте арифметики в форме Россера.
17. Условия выводимости Гильберта-Бернайса. Формулировка второй теоремы Гёделя о неполноте арифметики, Consis. Идея доказательства теоремы.
18. Теория множеств. Аксиоматика Цермело-Френкеля.
19. Ординальные числа, мощность множеств, кардинальные числа.

Порядок формирования билета:

Билеты состоят из 2-х вопросов:

- 1 вопрос – с 1 по 9 вопрос из перечня вопросов к экзамену;
- 2 вопрос – с 10 по 19 вопрос из перечня вопросов к экзамену.

Пример билета № 1

1. Вопрос «Теорема о полноте исчисления высказываний»
2. Вопрос «Теория множеств. Аксиоматика Цермело-Френкеля»

Шкала оценивания и критерии оценки:

Критерии оценки	Баллы обучающегося	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Уровень усвоения материала, предусмотренного программой		3	4
Умение выполнять задания, предусмотренные программой		1.5	2

Уровень знакомства с основной литературой, предусмотренной программой		1.5	2
Уровень знакомства с дополнительной литературой		1	2
Уровень раскрытия причинно-следственных связей		1	2
Уровень раскрытия междисциплинарных связей		1	2
Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)		1	2
Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение использовать ответы на вопросы для более полного раскрытия содержания вопроса		1	2
Деловые и волевые качества докладчика: ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии, контактность		1	2
Итого баллов		12	20

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 211 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01114-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/1DCFB4A3-0E32-447B-B216-5FDE5657D5D3
2. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. — М.: Академия, 2008. — 448 с.
3. Игошин В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов. — М.: Академия, 2007. — 304 с.
4. Зыков, А. Г. Математическая логика. [Электронный ресурс] / А. Г. Зыков, В. И. Поляков, В. И. Скорубский. — Электрон. дан. — СПб: ИТМО, 2013. — 131 с. — Режим доступа: http://books.ifmo.ru/book/1195/matematicheskaya_logika.htm — Загл. с экрана.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>
2. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИ-КОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС): <http://mars.arbicon.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная современной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Для выполнения лабораторных работ используются компьютерные классы с установленным в них необходимым программным обеспечением.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).