### МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



<b>УТВЕРЖ</b> .І	<b>1АЮ</b>
------------------	------------

## Программа дисциплины

Прикладная логика Б1.В.ДВ.09.02

Направление подготовки: <u>01.04.01 - Математика</u> Профиль подготовки: <u>Анализ на многообразиях</u>

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Еряшкин М.С.

Рецензент(ы): Файзрахманов М.Х.

<u>co</u>	<u>Г</u>	<u> IA</u>	<u>CC</u>	<u>BA</u>	<u>HC</u>	<u>):</u>

Заведующий (ая) кафедрой: Арс	ланов М. Л	Λ.			
Протокол заседания кафедры N	lo от "_		20	Г.	
Учебно-методическая комиссия	Института	математики	и механи	ки им. Н.И	Побачевского :
Протокол заседания УМК No	от "	II .	20 г.		

#### Содержание

- 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
- 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
- 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
- 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
- 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
- 4.2. Содержание дисциплины
- 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
- 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
- 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
- 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
- 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
- 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
- 7.1. Основная литература
- 7.2. Дополнительная литература
- 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
- 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
- 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
- 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
- 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья



Программу дисциплины разработал(а)(и) научный сотрудник, к.н. Еряшкин М.С. (учебно-исследовательская лаборатория алгоритмических методов алгебры и логики, Кафедра алгебры и математической логики), mikhail.eryashkin@gmail.com

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики
ПК-3	Способен публично представлять собственные и известные научные результаты
ПК-5	Способен находить и извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов и т.п.
ПК-6	Способен составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию
ПК-7	Обладать навыками преподавания математики и информатики в средней школе, специальных учебных заведениях, высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные понятия логического программирования, основанного на методе резолюций;

теоремы о множестве решений программ, полноте метода резолюций;

алгоритмические свойства наименьшей модели Эрбрана;

синтаксис и семантику языка программирования ПРОЛОГ и основные приемы программирования на нем.

Должен уметь:

написать программу на языке ПРОЛОГ для решения конкретной задачи;

построить вывод (основанный на методе резолюций) из данных программы и вопроса.

Должен владеть:

математическим аппаратом, используемым в прикладной логики и логическом програмировании, а также методами доказательства теорем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

оперировать основными понятиями логического программирования, определениями и свойствами математических объектов, используемых в этой области, формулировками утверждений, методами их доказательств, возможными сферами их приложений;

написать программу на языке ПРОЛОГ для решения конкретной задачи.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.01 "Математика (Анализ на многообразиях)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

# 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 56 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).



Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

## 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля Семестр			Виды и ча контактной ра их трудоемк (в часах	Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Семантические таблицы в логике предикатов. Табличный вывод.	3	4	4	0	7
2.	Тема 2. Эрбрановский универсум, эрбрановский базис, эрбрановские интерпретации.	3	4	4	0	7
3.	Тема 3. Унификация.	3	4	4	0	7
4.	Тема 4. Метод резолюций	3	4	4	0	7
5.	Тема 5. Синтаксис языка логического программирования: логические программы и запросы.	3	4	4	0	8
6.	Тема 6. SLD-резолюция.	3	4	4	0	8
7.	Тема 7. Управление исполнением логических программ. Теорема о вычислительной универсальности чистого Пролога.	3	4	4	0	8
	Итого		28	28	0	52

### 4.2 Содержание дисциплины

## Тема 1. Семантические таблицы в логике предикатов. Табличный вывод.

Семантические таблицы в логике предикатов. Табличный вывод. Теорема корректности табличного вывода. Теорема полноты табличного вывода. Теорема Лёвенгейма-Сколема. Теорема компактности Мальцева. Предваренная нормальная форма. Теорема о приведении формулы к предваренной нормальной форме. Сколемовская стандартная форма. Теорема о приведении формулы к сколемовской стандартной форме.

## Тема 2. Эрбрановский универсум, эрбрановский базис, эрбрановские интерпретации.

Эрбрановский универсум, эрбрановский базис, эрбрановские интерпретации, определения, примеры, основные свойства. Теорема об эрбрановской модели для сколемовской стандартной формы. Сведение проблемы общезначимости формул к проблеме противоречивости систем дизъюнктов. Теорема Эрбрана о противоречивости системы дизъюнктов.

#### Тема 3. Унификация.

Подстановки. Применение подстановок к термам и формулам. Композиция подстановок. Задача унификации, унификатор, наиболее общий унификатор, определения, примеры, основные свойства. Алгоритм унификации и нахождения наиболее общего унификатора. Теорема о корректности и завершаемости алгоритма унификации.

#### Тема 4. Метод резолюций

Метод резолюций для логики предикатов: правила резолюции и склейки, резолютивный вывод. Теорема корректности резолютивного вывода. Лемма о подъеме. Теорема полноты резолютивного вывода для логики предикатов. Общая схема доказательства общезначимости формул логики предикатов методом резолюций. Стратегии резолютивного вывода.

### Тема 5. Синтаксис языка логического программирования: логические программы и запросы.

Использование метода резолюций для нахождения ответов на запросы. Истолкование резолютивного вывода как вычисления. Примеры вычислительных возможностей резолютивного вывода. Хорновские дизъюнкты. Синтаксис языка логического программирования: логические программы и запросы. Декларативная семантика логических программ. Правильный ответ.

### Тема 6. SLD-резолюция.



SLD-резолюция. SLD-резолютивные вычисления (опровержения) логических программ. Процедурная интерпретация SLD-выводов. Примеры SLD-опровержений успешных, тупиковых и бесконечных. Вычислимый ответ. Операционная (процедурная) семантика логических программ. Теорема корректности SLD-резолютивных вычислений логических программ.

Теорема полноты SLD-резолютивных вычислений логических программ. Правило вычислений и его роль. R-вычислимый ответ. Переключательная лемма. Теорема о независимости правила вычислений. Теорема сильной полноты SLD-резолюции.

## **Тема 7. Управление исполнением логических программ. Теорема о вычислительной универсальности чистого Пролога.**

Дерево SLD-вычислений логических программ. Стратегии вычислений. Полные и неполные стратегии вычислений. Стандартная стратегия исполнения логических программ. Неполнота стандартной стратегии. Управление исполнением логических программ. Оператор отсечения. Операционная семантика оператора отсечения. Отрицание в Прологе. Отрицание как неудача. Эффект немонотонности вычислений логических программ с оператором отрицания.

Встроенные предикаты и функции. Операционная семантика встроенных средств.

Теорема о вычислительной универсальности чистого Пролога. Теорема Чёрча о неразрешимости логики предикатов первого порядка.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

#### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

## 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семес	стр 3		
	Текущий контроль		



Этап		Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменное домашнее задание	ПК-1	1. Семантические таблицы в логике предикатов. Табличный вывод.
2	Письменное домашнее задание	ПК-3	2. Эрбрановский универсум, эрбрановский базис, эрбрановские интерпретации.
3	Письменное домашнее задание	ПК-6	3. Унификация.
4	Письменное домашнее задание	ПК-7	4. Метод резолюций
5	Компьютерная программа	ПК-5	5. Синтаксис языка логического программирования: логические программы и запросы.
6	Контрольная работа	ПК-3	3. Унификация. 4. Метод резолюций 6. SLD-резолюция.
7	Компьютерная программа	ПК-1	7. Управление исполнением логических программ. Теорема о вычислительной универсальности чистого Пролога.
	Экзамен	ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма	Критерии оценивания					
контроля	Отлично	Хорошо	Удовл.	вл. Неуд.		
Семестр 3	•				•	
Текущий конт	роль					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.		
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	5	

Форма контроля		Критерии оценивания				
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
Контрольная работа		Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.		
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### Семестр 3

## Текущий контроль

### 1. Письменное домашнее задание

Тема 1

Докажите общезначимость приведенных ниже формул, построив успешный табличный вывод.

- 1) \$\exists y \forall x Q(x ,y) \rightarrow \forall x \exists y Q(x ,y)\$
- 2)  $\$  \forall x (P(x) \rightarrow \exists y R(x, f(y))) \rightarrow (\exists x \neg P(x) \vee \forall x \exists z R(x, z))\$
- 3)  $\geq x Q(x) \cdot y$
- 4) \$\forall x \neg Q(x) \rightarrow \neg \exists x Q(x)\$
- 5)  $\frac{x \cdot R(x,y) \cdot R(y,z)}{x \cdot R(x,y) \cdot R(y,z)}$

### 2. Письменное домашнее задание

Тема 2



- 1) Предположим, что замкнутая формула \$\psi\$ является сколемовской стандартной формой и имеет эрбрановские модели \$I\_1\$ и \$I\_2\$. Верно ли, что интерпритации \$I\_1 \cup I\_2\$ и \$I\_1 \cap I\_2\$ будут также эрбрановскими моделями для формулы \$\psi\$?
- 2) При каких условиях эрбрановский универсум сигнатуры \$\sigma\$ является конечным множеством?
- 3) Верно ли, что всякая формула \$\phi\\$ является общезначимой тогда и только тогда, когда \$\phi\\$ истинна во всех эрбрановских интерпретациях?
- 5) Отыщите наименьшее противоречивое множество основных примеров для следующих систем дизъюнктов  $\{neg P(X) \in Q(f(X), X), P(g(b)), neg Q(Y,Z)\}$

### 3. Письменное домашнее задание

Тема 3

Найдите наиболее общий унификатор следующих пар атомарных формул:

- 1) P(c, X, f(X)), P(x, Y, Y);
- 2) P(a, X, h(g(Z))), P(Z, h(Y), h(Y));
- 3) P(f(X,Y),Z,h(Z,Y)), P(f(Y,X),g(Y),V);
- 4) P(f(Y), W, g(Z)), P(U,U,V);
- 5) P(f(Y), W, g(Z)), P(V,U,V).

#### 4. Письменное домашнее задание

Тема 4

Используя метод резолюций, обосновать общезначимость следующих формул.

- 1) \$\exists y \forall x Q(x ,y) \rightarrow \forall x \exists y Q(x ,y)\$
- 2)  $f(x) = x (P(x) \cdot P(x) \cdot P$
- 4)  $\lceil x \rceil Q(x) \rceil$
- 5)  $\frac{x \cdot R(x,y) \cdot R(y,z)}{x \cdot R(x,y) \cdot R(y,z)}$

### 5. Компьютерная программа

Тема 5

Построить логическую программу, описывающую следующее отношение на множестве списков.

- 1) period(X,Y): Список X является периодической последовательностью, полученной в результате многократного повторения списка Y.
- 2) subset(X,Y): Список X состоит только их элементов, содержащихся в списке Y.
- 3) sublist(X,Y): Список X является подсписком списка Y.
- 4) subsequence(X,Y): Последовательность X является подпоследовательностью последовательности Y.
- 5) stuttering(X): Список X образован в результате неоднократного повторения некоторого другого списка.

#### 6. Контрольная работа

Темы 3, 4, 6

1) Постройте дерево SLD-резолютивных вычислений для запроса G = ?-R(Y), P(Z), обращенного к следующей программе, используя стандартное правило выбора подцелей.

```
R(Y) := P(Y), Q(Y);
```

P(a);

P(b);

Q(a);

Q(f(X)) := Q(X);

- 2) Привидите пример такой хорновской логической программы Р и такого запроса G, для которых существуют два успешных вычисления, но при этом ни какое правило выбора подцелей не позволяет построить, руководствуясь процедурой поиска в глубину с возвратом, оба успешных вычисления.
- 3) Докажите, что каждая хорновская логическая программа Р имеет хотябы одну эрбрановскую модель.
- 4) Построив резолютивный вывод, доказать противоречивость следующего множества дизьюнктов:

\$P(X, f(X))\$,

 $R(Y,Z) \leq P(Y, f(a))$ 

\$\neg R(c, X)\$,

 $R(X,Y) \le R(Z, f(Z)) \le P(Z,Y)$ 

\$P(X, X)\$.

5) Имеет ли запрос G=?P(a,c), обращенный к программе P, хотя бы одно успешное SLD-резолютивное вычисление?

P:P(a,b):-;

P(c,b):-;

P(X,Z):-P(X,Y),P(Y,Z);

P(X,Y):-P(Y,X);

### 7. Компьютерная программа

Тема 7

Используя оператор отсечения и оперератор not написать программу решения следующей задачи:

- 1) Вычисления пересечения  $L_3$  множеств  $L_1$  и  $L_2$ , представленных бесповторными списками. Запрос ?- common( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ).
- 2) Вычисление наибольшего из двух чисел.

Запрос ? max(X,Y,Z)

- 3) Вычисления всех элементов целочисленного списка L, квадраты которых не лежат в этом списке. Запрос ? nonsquare(L.N)
- 4) Представляя граф G посредством пары списков, списка вершин V и списка ребер E, для пары вершин x, y выяснить существует ли пусть, соеденяющий x, y. Запрос ? reach(V,E,x,y).
- 5) Представляя граф G посредством пары списков, списка вершин V и списка ребер E, для пары вершин x, y построить кратчайший путь, соединяющий x и y. Запрос ? short\_path(V,E,x,y,L).

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

- 1) Семантические таблицы в логике предикатов. Табличный вывод. Теорема корректности табличного вывода.
- 2) Теорема полноты табличного вывода.
- 3) Теорема Лёвенгейма-Сколема. Теорема компактности Мальцева.
- 4) Предваренная нормальная форма. Теорема о приведении формулы к предваренной нормальной форме.
- 5) Сколемовская стандартная форма. Теорема о приведении формулы к сколемовской стандартной форме.
- 6) Эрбрановский универсум, эрбрановский базис, эрбрановские интерпретации. Теорема Эрбрана.
- 7) Подстановки. Применение подстановок к термам и формулам. Композиция подстановок. Унификатор. Наиболее общий унификатор.
- 8) Алгоритм унификации. Теорема о корректности и завершаемости алгоритма унификации.
- 9) Метод резолюций для логики предикатов: правила резолюции и склейки, резолютивный вывод. Теорема корректности резолютивного вывода.
- 10) Лемма о подъеме. Теорема полноты резолютивного вывода для логики предикатов.
- 11) Общая схема доказательства общезначимости формул логики предикатов методом резолюций. Стратегии резолютивного вывода.
- 12) Использование метода резолюций для нахождения ответов на запросы. Истолкование резолютивного вывода как вычисления. Примеры вычислительных возможностей резолютивного вывода.
- 13) Хорновские дизъюнкты. Синтаксис языка логического программирования: логические программы и запросы. Декларативная семантика логических программ. Правильный ответ.
- 14) SLD-резолюция. SLD-резолютивные вычисления (опровержения) логических программ. Процедурная интерпретация SLD-выводов. Вычислимый ответ. Операционная (процедурная) семантика логических программ.
- 15) Теорема корректности SLD-резолютивных вычислений логических программ.
- 16) Теорема полноты SLD-резолютивных вычислений логических программ.
- 17) Правило вычислений и его роль. R-вычислимый ответ. Переключательная лемма. Теорема о независимости правила вычислений. Теорема сильной полноты SLD-резолюции.
- 18) Дерево SLD-вычислений логических программ. Стратегии вычислений. Полные и неполные стратегии вычислений. Стандартная стратегия исполнения логических программ. Неполнота стандартной стратегии.
- 19) Управление исполнением логических программ. Оператор отсечения. Операционная семантика оператора отсечения.
- 20) Отрицание в Прологе. Отрицание как неудача.
- 21) Встроенные предикаты и функции. Операционная семантика встроенных средств.
- 22) Теорема о вычислительной универсальности чистого Пролога. Теорема Чёрча о неразрешимости логики предикатов первого порядка.

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".



56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий конт	роль		
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме	1	5
задание	работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	5
		3	5
		4	5
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на	5	7
	языке программирования, достижение заданного результата.	7	7
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	6	16
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1 Основная литература:

- 1. Зюзьков, В.М. Введение в математическую логику [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Зюзьков. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 268 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/107935
- 2. Игошин В.И. Математическая логика : учеб. пособие / В.И. Игошин. М. : ИНФРА-М, 2016. 399 с. Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=543156
- 3. Математическая логика и теория алгоритмов: Учебник / Пруцков А.В., Волкова Л.Л. М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. 152 с. Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/956763

### 7.2. Дополнительная литература:

- 1. Герасимов, А.С. Курс математической логики и теории вычислимости. [Электронный ресурс] / А.С. Герасимов Электрон. дан. СПб. : Лань, 2014. 416 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50159
- 2. Глухов, М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.М. Глухов, А.Б. Шишков. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2012. 416 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4041
- 3. Ершов, Ю.Л. Математическая логика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Л. Ершов, Е.А. Палютин. Электрон. дан. Москва : Физматлит, 2011. 356 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59599

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Андреева, В.В. Логическое программирование на языке visual prolog. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Томск: ТГУ, 2013. ? 104 с. - http://e.lanbook.com/book/44911

Гурова, Л.М. Математическая логика и теория алгоритмов. [Электронный ресурс] / Л.М. Гурова, Е.В. Зайцева. ? Электрон. дан. ? М. : Горная книга, 2006. ? 262 с. - http://e.lanbook.com/book/3514

Элементы математической логики - http://old.kpfu.ru/f5/k2/bin files/logika!13.pdf



### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых в дальнейшем можно делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции. Поскольку материал следующих лекций опирается на материал предыдущих, то перед следующей лекцией необходимо еще раз повторить материал предыдущей, а также, при необходимости, дополнительно изучить рекомендованную литературу по данной теме.
практические занятия	Основным видом деятельности на практических занятиях является решение задач по пройденной на лекции теме и самостоятельное доказательство простейших следствий из пройденных теорем. Поэтому при подготовке к практическим занятиям необходимо повторить основные моменты теоретического материала (определения, формулировки теорем, алгоритмы), изложенные на лекциях. При решении типовых задач необходимо стремиться к узнаванию и запоминанию алгоритма их решения, к пониманию цели его употребления в данном контексте и возможностей его адаптации к решению сходных задач, либо задач, решение которых предполагает нахождение способа комбинирования/синтеза уже освоенных ранее алгоритмов решения более простых задач. После практического занятия необходимо прорешать дома задания, аналогичные заданиям на занятии.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студента состоит в изучении теоретического материала и решении теоретических и практических задач и упражнений без участия преподавателя. В том числе, самостоятельная работа включает в себя подготовку ко всем видам занятий и всем формам текущего и итогового контроля, предусмотренных программой дисциплины. При выполнении самостоятельной работы следует пользоваться конспектом лекций, а также рекомендованными учебными и учебно-методическими пособиями.
письменное домашнее задание	При выполнении письменного домашнего задания необходимо изучить терминологию по соответствующей теме, основные теоремы и алгоритмы, используя конспект лекций и учебные/учебно-методические пособия по данному предмету. В случае существования алгоритма решения задачи, которые также излагаются на лекциях, в основной/дополнительной литературе по предмету и на практических занятиях, необходимо разобрать работу алгоритма и при решении задачи чётко ему следовать. Для получения максимально возможного количества баллов за письменную домашнюю работу следует не только найти правильный ответ на задачу, но и привести их полное решение.
компьютерная программа	Компьютерная программа должна быть должным образом оформлена. Код с комментариями отправляется на почту преподавателя или размещается на github. При оценке программы учитывается своевременность оправки задания. К коду прилагается отчет по выполнению, в котором приводится анализ работы алгоритма, оценки сложности, список использованной литературы.
контрольная работа	При подготовке к контрольным работам необходимо повторить теоретический материал по темам контрольной, изложенный на лекциях и в основной/дополнительной литературе, а также прорешать задачи, разобранные на практических занятиях и аналогичные задачам из письменного домашнего задания. Для получения максимально возможного количества баллов на контрольной работе следует привести полное решение задачи.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо более подробно изучить теоретический материал, изложенный на лекциях и в рекомендованных учебных/учебно-методических пособиях. При изучении теоретического материала необходимо обращать внимание не только на определение основных понятий и формулировки теорем и алгоритмов, но и на доказательство теорем и обоснование корректности работы алгоритмов. При разборе теорем необходимо учитывать, что все предположения теоремы должны использоваться в доказательстве ее утверждения, при этом необходимо понимать, в каком месте доказательства используется то или иное предположение теоремы. Каждый билет на экзамене содержит два вопроса.

# 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Прикладная логика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian



Браузер Mozilla Firefox Браузер Google Chrome Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Прикладная логика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек, Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100. DDR3 4096Mb. 500Gb), конференц-микрофон. беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;



- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.01 "Математика" и магистерской программе Анализ на многообразиях .

