

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Теория моделей Б1.В.ДВ.03.06

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика

Профиль подготовки: Анализ на многообразиях

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Автор(ы):** Файзрахманов М.Х.

**Рецензент(ы):** Арсланов М.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Арсланов М. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 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) главный инженер проекта Файзрахманов М.Х. (Региональный научно-образовательный математический центр, КФУ), Marat.Faizrahmanov@kpfu.ru

### 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-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 теории множеств, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.

Должен уметь:

Решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов теории множеств, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий.

Должен владеть:

Математическим аппаратом теории множеств, методами доказательства утверждений в этой области, навыками алгоритмизации основных задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Освоить основные понятия теории моделей, определения и свойства алгебраических структур, используемых в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.01 "Математика (Анализ на многообразиях)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 48 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 60 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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 часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Алгебраические структуры языка первого порядка. Канонические модели. | 1       | 2  | 2                    | 0                   | 10                     |
| 2. | Тема 2. Теоремы Скулема. Челночная эквивалентность.                          | 1       | 4  | 4                    | 0                   | 10                     |
| 3. | Тема 3. Насыщенные и специальные модели                                      | 1       | 6  | 6                    | 0                   | 15                     |
| 4. | Тема 4. Категоричность. Теорема Морлея о несчетной категоричности            | 1       | 6  | 6                    | 0                   | 15                     |
| 5. | Тема 5. Ультрафильтры и фильтрованные произведения.                          | 1       | 6  | 6                    | 0                   | 10                     |
|    | Итого  |         | 24   | 24                   | 0                   | 60                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Алгебраические структуры языка первого порядка. Канонические модели.

1. Понятие алгебраической структуры.
2. Отношения конгруэнтности на алгебраических структурах.
3. Канонические модели.
4. Элементарная эквивалентность и элементарные подструктуры. Элементарные мономорфизмы.
5. Критерий элементарных подструктур Тарского-Воота.
6. Элиминация кванторов. Счетные модели полных теорий.

##### Тема 2. Теоремы Скулема. Челночная эквивалентность.

1. Критерий элементарной эквивалентности.
2. Разрешимость элементарной теории аддитивной упорядоченной группы целых чисел.
3. Элементарные расширения и элементарные цепи. Приложения элементарных цепей.
4. Сколемизация алгебраических структур.
5. Скулемовские функции и неразличимые элементы.
6. Теорема Левенгейма-Скулема о понижении мощности.
7. Модельные пополнения. Подмодельная полнота.

##### Тема 3. Насыщенные и специальные модели

1. Лемма о челноке. Единственность специальных моделей. Однородность и универсальность насыщенных моделей.
2. Теоремы об устойчивости.
3. Применение специальных моделей в теории интерполяции и определимости.
4. Применения к теории полей. Приложения к булевым алгебрам
5. Типы элементов. Опускание типа.

##### Тема 4. Категоричность. Теорема Морлея о несчетной категоричности

1. Категоричность в заданной мощности.
2. Теория неразличимых множеств.
3. Теорема Левенгейма-Скулема-Тарского о двух кардиналах.
4. Стабильные в заданной мощности теории. Теорема о стабильности в счетной мощности несчетно категоричных теорий. Примеры теорий, не стабильных в счетной мощности.
5. Атомные и простые модели. Теорема Морлея о категоричности.

##### Тема 5. Ультрафильтры и фильтрованные произведения.

1. Прямые и фильтрованные произведения.
2. Теорема Мальцева о компактности.
3. Измеримые кардиналы. Регулярные ультрастепени.
4. Насыщенные ультрапроизведения. Предельные ультрастепени и полные расширения.
5. Итерированные ультрастепени. Теорема о конечных итерациях. Теорема об обогащении.

6. Теорема об уменьшении разрыва.

**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   |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| <b>Семестр 1</b> |                         |                           |   |
|                  | <i>Текущий контроль</i> |                           |   |
| 1                | Контрольная работа      | ПК-1 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 1. Алгебраические структуры языка первого порядка. Канонические модели.<br>2. Теоремы Скулема. Челночная эквивалентность. |
| 2                | Письменная работа       | ПК-1 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 3. Насыщенные и специальные модели  |
| 3                | Устный опрос            | ПК-1 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 5. Ультрафильтры и фильтрованные произведения.  |
|                  | <b>Экзамен</b>          | ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-7    |   |

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

| Форма контроля   | Критерии оценивания |        |        |       | Этап |
|------------------|---------------------|--------|--------|-------|------|
|                  | Отлично             | Хорошо | Удовл. | Неуд. |      |
| <b>Семестр 1</b> |                     |        |        |       |      |

| Форма контроля          | Критерии оценивания  |   |  |  | Этап |
|-------------------------|--|---|--|--|------|
|                         | Отлично  | Хорошо  | Удовл.   | Неуд.  |      |
| <b>Текущий контроль</b> |  |   |  |  |      |
| Контрольная работа      | Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.   | Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 1    |
| Письменная работа       | Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.   | Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 2    |
| Устный опрос            | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.                  | 3    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| <b>Экзамен</b> | 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. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой 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. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

**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 1**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Темы 1, 2

1. Найдите два полтно упорядоченных множества без конечных точек, равномоных, но не являющихся изоморфными.
2. Докажите, что всякое конечное подмножество булевой алгебры порождает конечную булеву алгебру.
3. Найдите пару равномоных безатомных булевых алгебр, не являющихся изоморфными.
4. Докажите, что теория бесконечных моделей не является конечно аксиоматизируемой.
5. Докажите, что не существует теории, класс моделей которой совпадает с классом конечных моделей.
6. Докажите существование полной теории, обладающей произвольно большими натуральными моделями.
7. Докажите полноту теории безатомных булевых алгебр.
8. Опишите все полные теории в языке, содержащем  $n$  константных символов, но не содержащем ни предикатных, ни функциональных символов.
9. Опишите разрешающую процедуру для определения истинности произвольного предложения в чистом языке равенства.
10. Методом элиминации кванторов докажите полноту аддитивной теории чисел.

**2. Письменная работа**

Тема 3

1. Что представляют собой полные теории в чистом языке равенства? Сформулируйте простой критерий эквивалентности двух моделей этого языка.
2. С помощью элиминации кванторов опишите разрешающую процедуру для теории абелевых групп.
3. Объясните, почему теорема Робинсона о непротиворечивости не имеет места без предположения о полноте теории.
4. Объясните, почему полная теория чисел не имеет насыщенной модели.
5. Какие из следующих теорий являются моделно-полными: теория бесконечных множеств, плотно линейного порядка без конечных точек, безатомных булевых алгебр, полных абелевых групп без кручения.

6. Обоснуйте подмодельную полноту теории вещественно замкнутых полей в предположении ее модельной полноты.
7. Приведите пример бесконечного ультрапроизведения конечных множеств.
8. Докажите, что существование бесконечных насыщенных моделей не может быть установлено без обобщенной континуум гипотезы или без предположения о существовании недостижимых кардиналов.
9. Покажите, что каждая насыщенная модель специальна.
10. Докажите, что каждая конечная модель специальна.

### 3. Устный опрос

#### Тема 5

1. Докажите, что элементарный класс замкнут относительно фильтрованных произведений тогда и только тогда, когда он является классом всех моделей некоторого множества хорновских предложений.
2. Найдите пример хорновского предложения, которое не эквивалентно никакому специальному хорновскому предложению.
3. Докажите, что каждое предложение, устойчивое относительно гомоморфных образов, устойчиво относительно фильтрованных сомножителей.
4. Найдите предложение, устойчивое относительно фильтрованных сомножителей, которое не эквивалентно никакому позитивному предложению.
5. Докажите, что любое предложение, содержащее лишь символ равенства и устойчивое относительно прямых произведений, эквивалентно хорновскому предложению, содержащему лишь символ равенства.
6. Докажите, что класс будет элементарным тогда и только тогда, когда он замкнут относительно ультрапроизведений, а кроме того, он и его дополнение замкнуты относительно предельных ультрастепеней и изоморфизмов.
7. Объясните, почему прямое произведение изоморфно тривиальному фильтрованному фильтрованному произведению.
8. Докажите, что теория полей характеристики нуль не является конечно аксиоматизируемой.
9. Докажите, что теория полных абелевых групп так же не является конечно аксиоматизируемой.
10. Докажите, что класс простых групп не замкнут относительно элементарной эквивалентности.

### Экзамен

#### Вопросы к экзамену:

1. Теории, способы задания теорий. Классы алгебраических систем.
2. Аксиоматизация теорий. Аксиоматизируемые классы. Конечная аксиоматизация.
3. Расширения теорий. Консервативные расширения. Критерий консервативности. Теорема Робинсона.
4. Полные теории. Конечные модели полных теорий.
5. Категоричность. Теорема Лося-Воота. Категоричность теории плотного линейного порядка без первого и последнего элементов.
6. Явная и неявная определимость. Теорема Бета. Критерий неопределимости.
7. Элиминация кванторов. Элиминация кванторов в теориях плотного и дискретного порядков без крайних элементов.
8. Подсистемы и надсистемы. Пересечение подсистем. Подсистемы, порожденные множеством.
9. Элементарные подсистемы и надсистемы. Критерий элементарности.
10. Диаграммы, вложения и элементарные вложения, связь вложений с диаграммами. Теорема Левенгейма-Скулема о подъеме.
11. Устойчивость относительно подсистем, теорема Лося-Тарского.
12. Термальные скулемовские функции, свойства теорий с ТСФ. Скулемизация теорий и систем. Теорема Левенгейма-Скулема о спуске.
13. Цепи и элементарные цепи. Элементарность объединения элементарной цепи.
14. Устойчивость относительно объединения цепей. Теорема Ченя-Лося-Сушко.
15. Гомоморфизмы, устойчивость относительно гомоморфизмов, теорема Линдона о гомоморфизме.
16. Типы. Реализация и опускание типов. Главные и неглавные типы.
17. Элементарные отображения. Атомные, универсальные и насыщенные системы. Теорема Рыль-Нардзевского.
18. Построение множества Хинтикки.
19. Непротиворечивые множества. Лемма Генкина. Полнота исчисления предикатов. Теорема компактности.
20. Интерполяционная теорема Крейга-Линдона.
21. Ультрафильтры и фильтрованные произведения.

### 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 |
|-------------------------|--|------|-------------------|
| <b>Семестр 1</b>        |  |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |  |      |                   |
| 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.   | 1    | 25                |
| Письменная работа       | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.  | 2    | 15                |
| Устный опрос            | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.   | 3    | 10                |
| <b>Экзамен</b>          | 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. 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>

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. Смолин, Ю.Н. Алгебра и теория чисел : учеб. пособие / Ю.Н. Смолин. - 5-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 464 с. - ISBN 978-5-9765-0050-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1034573>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Бускарян Э. Теория моделей и алгебраическая геометрия. О доказательстве Э. Хрущовского гипотезы Морделла-Ленга [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М.: МЦНМО, 2008. - 280 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/9299>

2. Лихтарников Л. М. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения [Электронный ресурс] / Л. М. Лихтарников, Т. Г. Сукачева. - Электрон. дан. СПб.: Лань, 2009. - 288 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/231>

3. Успенский, В. А. Вводный курс математической логики [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2007. - 128 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2355>

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

Верещагин, Н.К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.К. Верещагин, А. Шень. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2008. - 288 с. - <https://e.lanbook.com/book/9307>

Ершов, Ю.Л. Математическая логика / Ю.Л. Ершов, Е.А. Палютин. - 6-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 356 с. - <http://znanium.com/catalog/product/395379>

Теория моделей и алгебраическая геометрия. О доказательстве Э. Хрущовского гипотезы Морделла-Ленга [Электронный ресурс] / под ред. Э. Бускарян. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2008. - 280 с. - <https://e.lanbook.com/book/9299>

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

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | <p>Своих целей учебная лекция достигает в том случае, если студентами будет проделана основательная работа до лекции, в процессе ее непосредственного восприятия и последующего изучения материала.</p> <p>В идеале уже до лекции студент должен бегло просмотреть учебнометодический комплекс, учебник, хотя бы один из источников по учебной, учебно-методической и научной литературе по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции. Он должен также мысленно припомнить то, что уже знает, когда-то читал, изучал по другим предметам применительно к данной теме. Главное в подготовительной работе к лекции - формирование субъективного настроения на характер информации, которую он получит в лекции по соответствующей теме. Иногда для этого бывает достаточно ознакомиться с рабочей учебной программой.</p>  |
| практические занятия   | <p>Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач.</p> <p>При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.</p> <p>При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.</p> |
| самостоятельная работа | <p>Цель самостоятельной работы студента - развитие общекультурных и профессиональных компетенций, способности и готовности студента к самостоятельной образовательной деятельности в течение всей жизни.</p> <p>Данная общая цель может быть декомпозирована на её базовые составляющие компоненты: формирование готовности (мотивации) студентов к управлению собственной познавательной деятельностью с целью выработки индивидуального стиля деятельности; систематизация и осмысление теоретических знаний и практических умений студентов; овладение междисциплинарными знаниями и умениями; формирование приёмов использования нормативно-правовых, справочных источников; развития самостоятельности, ответственности и организованности; формирование критического мышления, инициативы способностей к саморазвитию; формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков; развитие проектно-исследовательских умений; выработка навыков результативной самостоятельной профессиональной деятельности на уровне мировых стандартов.</p>  |

| Вид работ          | Методические рекомендации  |
|--------------------|--|
| контрольная работа | <p>Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво. Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного заведения, название темы, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы. На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы. Введение должно быть кратким, не более 1 страницы. В нём необходимо отметить актуальность темы, степень ее научной разработанности, предмет исследования, цель и задачи, которые ставятся в работе. Изложение каждого вопроса необходимо начать с написания заголовка, соответствующему оглавлению, который должен отражать содержание текста. Заголовки от текста следует отделять интервалами. Каждый заголовок обязательно должен предшествовать непосредственно своему тексту. В том случае, когда на очередной странице остаётся место только для заголовка и нет места ни для одной строчки текста, заголовок нужно писать на следующей странице.</p> <p>Излагая вопрос, каждый новый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела. Изложение содержания всей контрольной работы должно быть завершено заключением, в котором необходимо дать выводы по написанию работы в целом.</p>   |
| письменная работа  | <p>При подготовке письменной работы целесообразно придерживаться следующей схемы изучения вопросов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>уяснение (осмысление), с учетом полученных в Университете знаний, избранной темы письменной работы;</li> <li>подбор (поиск) необходимой научной, справочной, учебной литературы, а также иных источников;</li> <li>- анализ и систематизация собранных по теме работы материалов;</li> <li>- подготовка плана написания работы;</li> </ul> <p>При сборе материалов для написания работы важно ориентироваться как на современные новейшие источники, так и на предшествующие труды ученых советского периода, основные научные исследования российских ученых последних 10-15 лет, а также зарубежный опыт. В ходе анализа и систематизации имеющихся по теме материалов намечается структура работы. Целесообразно план работы согласовать с преподавателем, предложив для обсуждения несколько вариантов. В соответствии с согласованным планом осуществляется группировка материалов по главам, параграфам либо по пунктам и их систематизация, т.е. расположение в определенной логической последовательности. Рубрики или иные выделения в тексте должны акцентировать внимание на важных, узловых аспектах темы, выводах, рекомендациях, предложениях.</p> <p>Написание работы осуществляется самостоятельно путем творческого изложения собранных научных материалов. При использовании идей, выводов либо текстового материала (цитат) других авторов необходимо делать ссылку на соответствующее издание, где содержатся используемые идеи и материалы. Подготовленная рукопись требует повторного прочтения, критической оценки материала, с целью выявления наиболее слабых, отвлеченно-описательных, недостаточно аргументированных моментов, а также тех частей текста, содержание которых выходит за пределы темы письменной работы. Одновременно осуществляется литературная правка, проверяется правильность написания выходных данных (для научной работы - точное указание фамилии, имени, отчества автора (ов), название научного труда, место издания, название издательства, год издания, номера страниц).</p> |
| устный опрос       | <p>Этот вид работы предусмотрен на семинарских занятиях и включает в себя ответы на вопросы и ответы при проверке заданий. Студенты распределяют в группе вопросы из списка вопросов для обсуждения в плане каждого семинарского занятия. Ответ на вопрос должен быть кратким, по существу и, как правило, не превышающим 3 минут монологической речи. Готовиться к устному опросу по планам семинаров следует по списку основной и дополнительной литературы. Ответ студента при проверке письменного домашнего задания из плана семинарского занятия является разновидностью устного опроса. На семинарских занятиях также предусмотрены дополнительные, кроме домашней работы, задания, собеседование по дополнительным вопросам и дополнительным заданиям на семинарских занятиях рассматривается как устный опрос.</p>  |

| Вид работ | Методические рекомендации   |
|-----------|---|
| экзамен   | <p>Экзамен, как и всякая иная форма учебного процесса, имеет свои нюансы, тонкости, которые студенту необходимо знать и учитывать. В систему подготовки к экзамену входят и такие вопросы: что и как запоминать при подготовке к экзамену; по каким источникам готовиться и на что направлять основные усилия; каким образом в максимальной использовать программу курса.</p> <p>Преподаватель на экзамене проверяет не столько уровень запоминания учебного материала, сколько то, как студент понимает те или иные конституционные категории и реальные политико-правовые проблемы, как умеет мыслить, аргументировать, отстаивать определенную позицию, объяснять заученную дефиницию своими словами. Для успешной сдачи экзамена необходимо разумное сочетание запоминания и понимания, простого воспроизводства учебной информации и работы мысли.</p> |

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

Освоение дисциплины "Теория моделей" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

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 "Теория моделей" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

#### **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".