

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 11.06.2025 13:39:35  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тверской государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ООП  
*С.М. Дудаков*  
«31» октября 2024 г.



Рабочая программа дисциплины  
**Теория логических языков**

Направление подготовки  
01.04.02 — ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль)  
СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

для студентов 2 курса  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ — очная

Составитель(и):

- д.ф.-м.н. доц. Дудаков С.М.

# I. Аннотация

## 1. Цель и задачи дисциплины:

ознакомить обучающихся с ограничениями выразительных возможностей языка логики первого порядка, со способами расширения этого языка с целью преодоления ограничений.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в раздел «Элективные дисциплины» части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1.

**Предварительные знания и навыки.** знание математической логики, теории моделей.

**Дальнейшее использование.** Полученные знания могут применяться при выполнении научно-исследовательской работы, при прохождении научно-исследовательской практики, при написании магистерской диссертации. Одна из целей изучения дисциплины — ознакомить студентов с научными исследованиями, проводимыми на кафедре

## 3. Объем дисциплины: 4 зач. ед., 144 акад. ч., в том числе:

**контактная аудиторная работа** лекций 30 ч., практических занятий 15 ч.,  
**контактная внеаудиторная работа** контроль самостоятельной работы 0 ч., в том числе курсовая (расчетно-графическая) работа 0 ч.;  
**самостоятельная работа** 99 ч., в том числе контроль 36 ч.

## 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1, Способен проводить научные исследования с целью получения новых результатов	ПК-1.2, Решает научные задачи фундаментального и прикладного характера

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:

экзамен.

## 6. Язык преподавания:

русский

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

Учебная программа — наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Сам. раб., в т.ч. контроль (час.)	
		Лекции		Практ. занятия / Лаб. работы			Контроль сам. раб., в т.ч. курсовая работа
		Всего	В т.ч. практ. подг.	Всего	В т.ч. практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ограничения языка логики предикатов	25	6		2/0		0	17
Транзитивное замыкание, неподвижная точка	42	8		4/0		0	30
Логика $L_{\beta\gamma}^{\alpha}$	26	4		2/0		0	20
Язык неявных определений	17	4		2/0		0	11
Вложения в универсумы	34	8		5/0		0	21
Итого	144	30	0	15/0	0/0	0	99

### Учебная программа дисциплины

#### 1. Ограничения языка логики предикатов

- Игры Эрэнфойхта
- Выявление FO-невыразимых свойств при помощи игр Эрэнфойхта

#### 2. Транзитивное замыкание, неподвижная точка

- Оператор транзитивного замыкания  $T$ , эквивалентность  $T$ -языка и класса  $NLogSpace$
- Оператор неподвижной точки, эквивалентность  $FP$ -языка и  $PTime$
- Обобщение операторов неподвижной точки  $IFP$ ,  $PFP$

#### 3. Логика $L_{\beta\gamma}^{\alpha}$

- Языки  $L_{\beta\gamma}^{\alpha}$
- Выразительные возможности  $L_{\beta\gamma}^{\alpha}$

#### 4. Язык неявных определений

#### 5. Вложения в универсумы

- Общая схема вложения

- Вложение в упорядоченные универсумы
- Дальнейшие расширения сигнатуры

### III. Образовательные технологии

Учебная программа — наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Ограничения языка логики предикатов	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Транзитивное замыкание, неподвижная точка	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Логика $L_{\beta\gamma}^{\alpha}$	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Язык неявных определений	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Вложения в универсумы	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач

### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

#### Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.2

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Владеть базовыми навыками самостоятельного исследования	Возможные темы для самостоятельного изучения <ul style="list-style-type: none"> <li>• Логика с оператором подсчета</li> <li>• Неклассические кванторы</li> </ul>	оценка 3 — способен самостоятельно изучить научные результаты, оценка 4 — кроме того, способен проинтерпретировать различные аспекты полученной информации, оценка 5 — кроме того, способен применить полученные знания для решения конкретных задач
Уметь доказывать ГО-невыразимость	Примеры задач для контрольных работ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Доказать, что следующее свойство конечных систем невыразимо в ГО: граф является ациклическим</li> <li>• Доказать, что следующее свойство конечных систем невыразимо в ГО: граф является двудольным</li> <li>• Доказать, что следующее свойство конечных систем невыра-</li> </ul>	оценка 3 — умеет проанализировать стратегию игры для заранее заданных систем и числа ходов, оценка 4 — умеет построить выигрыш-

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
	зимо в FO: одноместные предикаты $P$ и $Q$ равносильны	ную стратегию для произвольного числа ходов для некоторых систем, оценка 5 — умеет построить выигрышную стратегию в произвольном случае
Знать неклассические расширения логики первого порядка	<p>Примеры вопросов для контроля</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Дать определение семантики оператора наименьшей фиксированной точки</li> <li>• Дать определение семантики оператора инфляционной фиксированной точки</li> <li>• Дать определение семантики оператора частичной фиксированной точки</li> <li>• Дать определение оператора транзитивного замыкания</li> <li>• Сформулировать понятие неявной определимости</li> <li>• Логика <math>L_{\beta,\gamma}^\alpha</math></li> </ul>	оценка 3 — знает определения некоторых неклассических операторов, оценка 4 — знает определения разных неклассических операторов и их свойства, оценка 5 — кроме того, знает доказательства указанных утверждений
Уметь использовать неклассические логические операторы	<p>Примеры задач для контрольных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Написать формулу и использованием оператора транзитивного замыкания и сложения, которая была бы истинна в системе <math>(\omega, +)</math> тогда и только тогда, когда <math>x</math> делит <math>y</math>.</li> <li>• Написать FP-формулу, означающую для конечных систем, что граф является ациклическим</li> <li>• Неявно определить в конечных системах самый короткий путь в графе из точки <math>a</math> в точку <math>b</math></li> </ul>	оценка 3 — умеет использовать некоторые неклассические логические операторы в простейших случаях, оценка 4 — умеет использовать разные неклассические операторы, оценка 5 — умеет применять разные неклассические операторы для выражения нетривиальных свойств
Знать ограничения логики первого порядка	<p>Примеры вопросов для контроля</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сформулировать определение игры Эрэнфойхта</li> <li>• Доказать основную теорему об играх Эрэнфойхта</li> <li>• Доказать FO-невыразимость транзитивного замыкания и четности</li> </ul>	оценка 3 — знает определение игры Эрэнфойхта и ее связь с элементарной эквивалентностью, оценка 4 — кроме того, знает доказательства указанных утверждений, оценка 5 — кроме того, знает методы применения игр Эрэнфойхта для доказательства FO-невыразимости
Уметь применять язык первого порядка при вложении алгебраических систем друг в друга	<p>Примеры вопросов для контроля</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Доказать, что для активных запросов, никакие отношения универсума кроме порядка не расширяют выразительных свойств языка.</li> <li>• Написать формулу, означающую в конечных системах, что количество элементов <math>A</math> делится на 3, если система вложена в упорядоченный случайный граф.</li> </ul>	оценка 3 — умеет строить формулы, выражающие простейшие свойства вкладываемых систем, оценка 4 — умеет определять инвариантность фор-

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
		мул при вложении и использовать это свойство, оценка 5 — умеет строить формулы, выражающие инвариантные свойства вкладываемых систем

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1. Рекомендованная литература

#### а) Основная литература

- [1] Игошин, В. И. Математическая логика : учебное пособие / В. И. Игошин. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 399 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019779-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2137011> (дата обращения: 13.12.2024).
- [2] Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12274-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535807> (дата обращения: 13.12.2024).
- [3] Верещагин, Н. К. Языки и исчисления : учебное пособие / Н. К. Верещагин, А. Х. Шень. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 278 с. — ISBN 978-5-4497-0924-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/146414.html> (дата обращения: 13.12.2024).

#### б) Дополнительная литература

- [4] Герасимов, А. С. Курс математической логики и теории вычислимости : учебное пособие / А. С. Герасимов. — 4-е изд., перераб. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1666-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50159> (дата обращения: 13.12.2024).
- [5] Попов, С. В. Прикладная логика : учебное пособие : [16+] / С. В. Попов, Н. Л. Брошкова. — Москва : Физматлит, 2011. — 213 с. : ил., схем., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457468> (дата

обращения: 13.12.2024).

## 2. Программное обеспечение

Наименование помещений	Программное обеспечение
Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями): Linux Kubuntu, KDE, TeXLive, TeXStudio, LibreOffice, GIMP, Gwenview, ImageMagick, Okular, Skanlite, Google Chrome, KDE Connect, Konversation, KRDC, KTorrent, Thunderbird, Elisa, VLC media player, PulseAudio, KAppTemplate, KDevelop, pgAdmin4, PostgreSQL, Qt, QtCreator, R, RStudio, Visual Studio Code, Perl, Python, Ruby, clang, clang++, gcc, g++, nasm, flex, bison, Maxima, Octave, Dolphin, HTop, Konsole, KSystemLog, Xterm, Ark, Kate, KCalc, Krusader, Spectacle, Vim.

## 3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№ п/п	Вид информационного ресурса	Наименование информационного ресурса	Адрес (URL)
1.	Электронно-библиотечная система	«Университетская библиотека онлайн»	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a>
2.	Электронно-библиотечная система	IPR SMART	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
3.	Электронно-библиотечная система	«ЮРАЙТ»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
4.	Электронно-библиотечная система	«Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
5.	Электронно-библиотечная система	«Знаниум»	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
6.	Электронно-библиотечная система	ЭБС ТвГУ	<a href="http://megapro.tversu.ru/megapro/">http://megapro.tversu.ru/megapro/</a>
7.	Научная электронная библиотека	eLIBRARY.RU (подписка на журналы)	<a href="https://elibrary.ru/projects/subs">https://elibrary.ru/projects/subs</a>
8.	Репозиторий	Репозиторий ТвГУ	<a href="http://eprints.tversu.ru">http://eprints.tversu.ru</a>

## 4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

[1] Московский центр непрерывного математического образования,  
<http://www.mccme.ru/>

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### Выставление оценок

**Контрольная работа 1.** Темы: неполнота языка первого порядка. Пример задания:

Доказать, что следующее свойство конечных систем невыразимо в FO: граф является двудольным.

**Контрольная работа 2.** Темы: логика фиксированной точки. Пример задания:

Написать FR-формулу, означающую для конечных систем, что граф является ациклическим

**Контрольная работа 3.** Темы: вложение систем. Пример задания:

Написать формулу, означающую в конечных системах, что количество элементов  $A$  делится на 3, если система вложена в упорядоченный случайный граф.

## VII. Материально-техническое обеспечение

### Для аудиторной работы

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 308 (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, экран проектор.

### Для самостоятельной работы

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, доска маркерная, компьютер, сервер (системный блок), концентратор сетевой.

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п/п	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесённых изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения