

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 25.08.2022 08:24:46  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП:

С.М.Дудаков

2022 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль подготовки

Интеллектуальные системы. Теория и приложения

Для студентов 2 курса

Очная форма

Составитель: д.ф.-м.н. доцент Дудаков С.М.

Тверь, 2022

# I. Аннотация

## 1. Цель и задачи дисциплины:

ознакомить обучающихся альтернативными логиками и их выразительными возможностями.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в раздел «Дисциплины профиля подготовки» 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: 7 зач. ед., 252 акад. ч., в том числе:

**контактная аудиторная работа** лекций 15 ч., практических занятий 15 ч.,  
**контактная внеаудиторная работа** контроль самостоятельной работы 0 ч., в том числе курсовая (расчетно-графическая) работа 0 ч.;  
**самостоятельная работа** 222 ч., в том числе контроль 36 ч.

## 4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1, Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	ПК-1.1, Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей ПК-1.2, Выбирает комплексы методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области
ПК-3, Способен выбирать и применять методы инженерии знаний для создания систем, основанных на знаниях	ПК-3.3, Выбирает и применяет методы представления знаний ПК-3.4, Выбирает и применяет методы обра-

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	ботки и распространения знаний
ПК-5, Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта	ПК-5.1, Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области
ПК-10, Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПК-10.3, Руководит проектами в области сквозной цифровой технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» ПК-10.5, Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию новых направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)

## 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

Для студентов очной формы обучения

Учебная программа — наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Контроль сам. раб., в т.ч. курсовая работа	Сам. раб., в т.ч. контроль (час.)
		Лекции		Практ. занятия / Лаб. работы			
		Всего	В т.ч. практ. подг.	Всего	В т.ч. практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Многозначные логики	42	3		3/0		0	36
Интуиционистские и конструктивистские логики	42	3		3/0		0	36
Модальные логики	70	3		3/0		0	64
Темпоральные логики	42	3		3/0		0	36
Логики для описания процессов	56	3		3/0		0	50
Итого	252	15	0	15/0	0/0	0	222

## Учебная программа дисциплины

### 1. Многозначные логики

- Способы определения логических операторов для нескольких логических значений
- Варианты исчислений для многозначных логик

### 2. Интуиционистские и конструктивистские логики

- Основные отличия интуиционистских и конструктивистских логик от классической
- Семантика для интуиционистских логик
- Модели Крипке
- Исчисления для интуиционистских логик

### 3. Модальные логики

- Модальные операторы
- Семантика Крипке для модальных логик
- Исчисления для модальных логик и их классификация

### 4. Темпоральные логики

- Виды темпоральных операторов
- Линейное и нелинейное время, дискретное и непрерывное время
- Варианты некоторых темпоральных исчислений

### 5. Логики для описания процессов

- Семантика Хоара
- Рекурсивные исчисления для программных логик
- Логика доказательств
- Линейная логика

### III. Образовательные технологии

Учебная программа — наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Многозначные логики	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Интуиционистские и конструктивистские логики	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Модальные логики	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Темпоральные логики	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Логика для описания процессов	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-1.1

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Знать семантику многозначных пропозициональных логик	Примеры вопросов к экзамену <ul style="list-style-type: none"> <li>• Семантика булевых операторов для многозначных логик</li> <li>• Представление неопределенности</li> <li>• Тензорное представление Мизражи логических связей</li> </ul>	оценка 3 — знает некоторые способы определения булевых операторов для многозначных логик, оценка 4 — знает разные определения булевых операторов для многозначных логик, оценка 5 — кроме того,
Уметь использовать многозначные логики для представления знаний	Примеры задач для контрольных работ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Найти значение формулы <math>(x \rightarrow y) \vee \neg(z \wedge \neg y)</math> для различных трехзначных логик.</li> <li>• С помощью представления Мизражи построить линейный оператор для значения формулы <math>(x \vee y) \wedge \neg(x \rightarrow \neg z)</math>.</li> </ul>	оценка 3 — умеет определять истинность формул для некоторых семантик, оценка 4 — умеет определять истинность формул для

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
		различных семантик, оценка 5 —

### 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
Уметь использовать семантику и исчисления для интуиционистской и конструктивистской логик	<p>Примеры задач для контрольных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вывести в интуиционистском исчислении формулу <math>(a \rightarrow b) \rightarrow (\neg\neg a \rightarrow \neg\neg b)</math>.</li> <li>• Определить, будет ли тождественно истинной в интуиционистской логике формула <math>((a \rightarrow a) \rightarrow a) \rightarrow a</math>.</li> <li>• Выяснить по определению в конструктивной логике истинность формулы <math>(\neg a \rightarrow a) \rightarrow (\neg\neg a \rightarrow a)</math>.</li> </ul>	оценка 3 — умеет определять истинность формул на системах Крипке, оценка 4 — кроме того, умеет определять истинность формул в конструктивистской логике, оценка 5 — кроме того, умеет строить формальные выводы
Знать синтаксис и семантику модальных логик	<p>Примеры вопросов к экзамену</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модальные операторы необходимости и возможности</li> <li>• Семантика Крипке для модальных логик</li> <li>• Исчисления S1, S2, S3, S4, S5, аксиомы и правила вывода для различных модальных логик</li> </ul>	оценка 3 — знает синтаксис и неформальную семантику модальных логик, оценка 4 — кроме того, знает способ интерпретации формул в системах Крипке, оценка 5 — кроме того, знаком с формальными исчислениями для модальных логик

### Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-3.3

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Знать синтаксис и семантику темпоральных логик	<p>Примеры вопросов к экзамену</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Линейное и нелинейное время</li> <li>• Темпоральные операторы Until, Release, Next, Future, Exists</li> </ul>	оценка 3 — знает основные определения темпоральной логики, оценка 4 — кроме того, знает семантику темпоральных операторов и их свойства, оценка 5 — кроме того, знает доказательства соответствующих утверждений
Уметь использовать темпоральные	Примеры задач для контрольных работ	оценка 3 — умеет определять истин-

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
логики для представления знаний	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить в темпоральной логике формулу, моделирующую следующую фразу: «Вова допишет программу к завтрашнему дню. После этого до тех пор, пока программа не заработает правильно, Вова должен исправлять в ней ошибки. Программа должна быть сдана заказчику на следующий день после исправления ошибок.»</li> <li>• Построить формулу темпоральной логики, которая в системе с дискретным линейным временем, будет истинной тогда и только тогда, когда переменная <math>a</math> истинна на некотором начальном отрезке, а переменная <math>b</math> истинна в бесконечном числе моментов, но не одновременно с <math>a</math>.</li> </ul>	ность формул темпоральной логики для некоторых систем, оценка 4 — умеет определять истинность формул темпоральной логики для различных систем, оценка 5 — кроме того, умеет формализовать текст в темпоральной логике
Знать способы логического описания действий	<p>Примеры вопросов к экзамену</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Линейные логические операторы, их интерпретация</li> <li>• Фрагменты линейной логики</li> <li>• Семантика Хоара для описания программ</li> <li>• Логика доказательств</li> </ul>	оценка 3 — знает синтаксис и семантику некоторых формальных методов описания процессов, оценка 4 — знает синтаксис и семантику различных формальных методов описания процессов, их свойства, оценка 5 — кроме того, знает доказательства соответствующих утверждений

### Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-3.4

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Уметь описывать действия с помощью соответствующих логических языков	<p>Примеры задач для контрольных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Записать в линейной логике формулу, описывающих следующий процесс. Из двух деталей <math>A</math> и одной детали <math>B</math> можно собрать изделие <math>C</math>. Имеется возможность два изделия <math>C</math> разобрать обратно на составные части или собрать из них одно <math>D</math>. Изделие <math>A</math> можно копировать в неограниченном количестве.</li> <li>• Построить исчисление Хоара для линейных программ, которые могут содержать булевы переменные и операцию отрицания.</li> </ul>	оценка 3 — умеет использовать некоторые формальные методы описания процессов, оценка 4 — умеет использовать различные формальные методы описания процессов, оценка 5 — кроме того, умеет разрабатывать методы формальных описаний

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-5.1

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Знать интуиционистскую и конструктивистскую семантику логики высказываний	<p>Примеры вопросов к экзамену</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модели Крипке</li> <li>• Семантика для интуиционистских логик</li> <li>• Исчисления для интуиционистских логик</li> </ul>	оценка 3 — знает структуру систем Крипке и семантику формул на них, оценка 4 — знает способы интерпретации интуиционистской логики на системах Крипке, оценка 5 — кроме того, знаком с формальными исчислениями для интуиционистских логик

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-10.3

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Уметь использовать модальные логики для представления знаний	<p>Примеры задач для контрольных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Привести пример двух моделей Крипке, в которых формула <math>\Box x \rightarrow (\neg \Box(x \rightarrow y) \rightarrow \Box \neg y)</math> будет истинной и ложной соответственно.</li> <li>• Записать формулу модальной логики, которая описывает следующий текст. Если Маша съест конфетку, то она обязательно растолстеет и, возможно, заработает кариес. Если Маша не растолстеет, то она обязательно съест конфетку и пирожное. Возможно, что Маша съест конфетку или пирожное и не заработает при этом кариес.</li> <li>• Проверить, выводима ли в исчислении <math>S5</math> формула <math>\Box(\Box \neg x \rightarrow x) \rightarrow \neg \Box \neg x</math>.</li> </ul>	оценка 3 — умеет определять истинность формул модальной логики в системах Крипке, оценка 4 — кроме того, умеет формализовать текст на естественном языке в модальной логике, оценка 5 — кроме того, умеет строить формальные выводы

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-10.5

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Владеть базовыми навыками самостоятельного исследования	<p>Возможные темы для самостоятельного изучения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применение алгоритмической сложности в теории чисел и теории вероятностей</li> <li>• Различные подходы к определению случайности</li> </ul>	оценка 3 — способен самостоятельно изучить научные результаты, оценка 4 — кроме того, способен проинтерпретировать различные аспекты полученной информации, оценка 5 —



Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
		кроме того, способен применить полученные знания для решения конкретных задач

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1. Рекомендованная литература

#### а) Основная литература

- [1] Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 254 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-1838-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676>

#### б) Дополнительная литература

- [2] Новак В. Математические принципы нечеткой логики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Новак, И. Перфильева, И. Мочкорж. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2747> (ЭБС «Лань»)
- [3] Попов, С.В. Прикладная логика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.В. Попов, Н.Л. Брошкова. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 216 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5286>. — Загл. с экрана.
- [4] Гетманова А.Д. Классическая и неклассические логики — необходимый компонент науки и современного образования [Электронный ресурс]: научно-методическое пособие для аспирантов всех специальностей/ Гетманова А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский городской педагогический университет, 2010.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26501.html> — ЭБС «IPRbooks»

### 2. Программное обеспечение

Наименование помещений	Программное обеспечение
Ауд. 308 (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Google Chrome — бесплатно; Microsoft Office 365 pro plus — Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018; Microsoft Windows 10 Enterprise — Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows — Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.

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 OpenSuse Tumbleweed, KDE, TeXLive, Mozilla Firefox, TeXStudio, Qt, QtCreator, Gcc, Python, Eric, LibreOffice, Cervisia, Kdbg, Umbrello, wxMaxima, Blender, digikam, GIMP, Gwenview, hugin, Inkscape, Okular, showFoto, Kmail, Konqueror, Konversation, Kopete, TigerVNC viewer, Amarok, K3b, Kdenlive, VLC media player, Kontakt, Korganizer, Yast, Ark, Dolphin, Info Center, Kget, Konsole, Krusader, Midnight commander, OpenJDK, pgadmin3, Xterm, Emacs, Kate, Kcalc, Kpgp, Kleopatra, Kompare, Sweeper, Perl, Apache, PostgreSQL, MariaDB, SQLite, PHP

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

- [1] ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://www.znanium.com>
- [2] ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru>
- [3] ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>
- [4] ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>
- [5] ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>
- [6] ЭБС ТвГУ <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>
- [7] Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
- [8] Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>

### 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: многозначная логика. Пример задания:

Построить таблицу значений формулы  $((z \wedge \neg y) \rightarrow y) \vee \neg x$  в трехзначной логике Лукасевича.

За решение задачи выставляется максимум 10 баллов.

**Контрольная работа 2.** Темы: модальная логика. Пример задания:

Привести пример двух моделей Крипке, в которых формула  $\Box x \rightarrow (\neg\Box(x \rightarrow y) \rightarrow \Box\neg y)$  будет истинной и ложной соответственно.

За решение задачи выставляется максимум 10 баллов.

**Контрольная работа 3.** Темы: темпоральная логика. Пример задания:

Построить формулу темпоральной логики, которая в системе с дискретным линейным временем, будет истинной тогда и только тогда, когда переменная  $a$  истинна только на некотором отрезке отрезке, а переменная  $b$  ложна в бесконечном числе моментов, в том числе — в одном одновременно с  $a$ .

За решение задачи выставляется максимум 10 баллов.

**Общая сумма** В сумме за все задачи выставляет не более 30 баллов.

За работу на практических занятиях (решение задач у доски, выполнение домашних заданий) выставляется максимум 30 баллов.

За ответ на экзамене выставляется максимум 40 баллов.

## VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### Для аудиторной работы

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 308 (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Ауд. 308 приспособлена для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и оснащена набором учебной мебели, меловой доской, настенным экраном (экран на треноге Da-lite versatal 213x213)) и проектором Samsung SP D300BX.

### Для самостоятельной работы

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) оснащена персональными ЭВМ (компьютер ПЭВМ «ХОПЕР» IS09001: 1.1/Intel Core i3-540/IntelH55-MLX/Hynix-11.4/DVD RW Sony/Монитор 21,5" АОС TFT/клавиатура/мышь — 10 штук) с доступом к сети Интернет и необходимым программным обеспечением, системным блоком BASE P4 3200MHz 800 512K/1024 Mb DDR400/400Gb, концентратором сетевым DFE-916 DX HUB 16x10/100.

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п/п	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесённых изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1	I. Аннотация. 3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол №3 учёного совета факультета
2	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку по темам	От 29.10.2020 года, протокол №3 учёного совета факультета
3	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. №1456	Решение научно-методического совета (протокол №6 от 02.06.2021 г.)