

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 28.06.2023 14:55:53  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Математические методы в ин-  
формационных технологиях»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫВОД В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

**«Математические методы в информационных технологиях»**

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Соловьев С.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ  
12.01.2023, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 16.02.2023, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫВОД В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»**

Курс носит вводный/обзорный характер и имеет целью помочь обучающимся ориентироваться в указанных вопросах. По ходу дела вводятся необходимые для понимания элементы математического формализма.

В курс входит обзор основных логических систем, используемых в ИИ, от классической пропозициональной логики и логики предикатов до основных неклассических систем – интуиционистской, модальной, временной логики, монотонных и немонотонных систем. По ходу курса приводится ряд примеров, иллюстрирующих применение логического вывода в системах ИИ, например, при интерпретации текстов, планировании, в машинном обучении.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«LOGICAL INFERENCE IN AI-SYSTEMS»**

The course is introductory/review in nature and aims to help students navigate these issues. Along the way, elements of mathematical formalism necessary for understanding are introduced.

The course includes an overview of the main logical systems used in AI, from classical propositional logic and predicate logic to the main non-classical systems -intuitionistic, modal, temporal logic, monotone and non-monotone systems. Throughout the course, a number of examples are given to illustrate the use of inference in AI systems, for example, in the interpretation of texts, planning, and machine learning.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целями дисциплины является подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами в области систем логического вывода, умениями и навыками для применения этих методы на практике в задачах искусственного интеллекта.
2. Задачами дисциплины является освоение теоретических основ систем логического вывода, концепции «доказательства как программы» («Proofs as Programs»), формирование умений и навыков использования эвристических методов поиска вывода.
3. Знания: исчисления предикатов и логики высших порядков, лямбда-исчисления, игровой семантики логических систем, систем автоматического и интерактивного доказательства.
4. Умения: вывода в секвенциальных системах, относящихся к различным исчислениям, включая линейную логику, построение лямбда-терма по интуиционистскому выводу, нормализацию термов.
5. Навыки: извлечения программ из доказательств в интуиционистской логике, поиска вывода в пропозициональных исчислениях, использование игровой семантики в системах искусственного интеллекта.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теория вероятностей и математическая статистика»
2. «Математическая логика и теория алгоритмов»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Обработка аудиосигналов»

## 2. «Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.1</i>	<i>Знает современные виды информационных моделей, применяемых при решении задач профессиональной деятельности</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Системы логического вывода, их роль и аспекты применимости в искусственном интеллекте.	16	9	1	28
2	Исчисление предикатов и логики высших порядков.	18	8		28
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Системы логического вывода, их роль и аспекты применимости в искусственном интеллекте.	Концепция «доказательства как программы» («Proofs as Programs»). Пропозициональный вывод в различных системах (секвенциальный вывод, метод резолюций). Сопоставление с теоретико-модельными методами. Сложностные аспекты. Поиск вывода в пропозициональных исчислениях. Неклассические логики. Лямбда-исчисление (простое лямбда-исчисление с типами). Примеры извлечения программ из доказательств в интуиционистской логике. Линейная логика и «контроль» сложности и программных ресурсов.
2	Исчисление предикатов и логики высших порядков.	Неразрешимые проблемы и связанные с этим трудности. Эвристические методы поиска вывода. Игровая семантика логических систем. Использование игровой семантики в системах ИИ. Теория типов и её связь с логикой. Её связь с концепцией «Proofs as Programs» (модульная структура программ, типы данных). Системы автоматического и интерактивного доказательства и их использование: а) «внутреннее» (в системах ИИ) и б) «внешнее» (для верификации программ, используемых системами ИИ).



## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Метод резолюций (включая построение моделей)	2
2. Поиск вывода в секвенциальных системах, относящихся к различным исчислениям.	2
3. Построение лямбда-терма по интуиционистскому выводу, нормализацию термов	2
4. Практические примеры: «задача постановки диагноза», «разгадывание загадок», моделирование игр (на примере игры двух противников), задачи планирования.	3
5. Поиск вывода в исчислении предикатов.	2
6. Игровые методы верификации формул.	2
7. Спецификация и поиск вывода в системах с зависимыми типами.	2
8. Спецификация в системах поддержки доказательства (Coq, Isabelle).	2
Итого	17

## 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

## 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

## 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

## 4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регуляр-

ных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	8
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>56</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Искусственный интеллект [Текст] : Справ.: В 3 кн. / Под ред. Э.В. Попова. Кн. 2 : Модели и методы : справ. изд. / Под ред. Д.А. Пospelова, 1990. - 303, [1] с.	46
2	Цехановский, Владислав Владимирович. Интеллектуальный анализ данных [Текст] : учеб. пособие / В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской, 2019. - 55 с.	23
3	Горячев, Александр Вадимович. Технологии искусственного интеллекта [Текст] : учеб.-метод. пособие / А. В. Горячев, Н. Е. Новакова, 2018. - 35, [1] с.	35
4	Нестерук, Леся Геннадьевна. Применение интеллектуальных средств и эволюционных методов в экономических информационных системах [Текст] : [монография] / Л. Г. Нестерук, 2019. - 131 с.	10
5	Беляев, Сергей Алексеевич. Интеллектуальные системы. Программирование игроков в виртуальном футболе [Текст] : лаб. практикум / С. А. Беляев, 2020. - 61 с.	45
Дополнительная литература		
1	Мендельсон, Эллиот. Введение в математическую логику [Текст] : монография / Э. Мендельсон ; пер. с англ. Ф.А. Кабакова ; под ред. С.И. Адяна, 1984. - 320 с.	94

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных MachineLearning.ru <a href="http://www.MachineLearning.ru">www.MachineLearning.ru</a>
2	Сообщество IT-специалистов Хаб <a href="https://habr.com">https://habr.com</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10696>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Логический вывод в системах искусственного интеллекта» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

## Особенности допуска

Допуск к экзамену по результатам выполнения практических работ.

Во время экзамена обучающиеся могут с разрешения экзаменатора воспользоваться справочной литературой, учебно-методическими пособиями и необходимыми техническими средствами.

Экзаменатор может задавать дополнительные вопросы, не входящие в билет, а также помимо теоретических вопросов давать задачи и примеры по программе данной дисциплины.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Системы логического вывода.
2	Концепция «доказательства как программы» («Proofs as Programs»)
3	Поиск вывода в пропозициональных исчислениях.
4	Неклассические логики.
5	Лямбда-исчисление.
6	Примеры извлечения программ из доказательств в интуиционистской логике.
7	Линейная логика и «контроль» сложности и программных ресурсов.
8	Исчисление предикатов и логики высших порядков. Неразрешимые проблемы и связанные с этим трудности.
9	Эвристические методы поиска вывода.
10	Игровая семантика логических систем. Использование игровой семантики в системах ИИ.
11	Теория типов и её связь с логикой. Её связь с концепцией «Proofs as Programs» (модульная структура программ, типы данных).
12	Системы автоматического и интерактивного доказательства и их использование.
13	Игровые методы верификации формул.
14	Спецификация и поиск вывода в системах с зависимыми типами.
15	Спецификация в системах поддержки доказательства (Coq, Isabelle).
16	Модальные и темпоральные логики в целеполагании и планировании.
17	Статический анализ программ и type checking.
18	Изоморфизмы и автоморфизмы типов и их применения.
19	Model Checking и игровые методы.
20	Верификация программ с помощью систем автоматического и интерактивного доказательства.

## **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Дисциплина **Логический вывод в системах искусственного интеллекта**  
**ФКТИ**

1. Теория типов и её связь с логикой.
2. Моделирование игр (на примере игры двух противников).

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.Н. Поздняков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Системы логического вывода, их роль и аспекты применимости в искусственном интеллекте.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		Практическая работа
9	Исчисление предикатов и логики высших порядков.	
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		Практическая работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### На лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### На практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В процессе обучения по дисциплине «**Логический вывод в системах искусственного интеллекта**» студент обязан выполнить 2 практические работы. Выполнение работ и оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет может быть зачтен или (при наличии замечаний) отправлен на доработку.



Критерии оценивания практических работ:

”отлично”, если поставленная задача выполнена в полном объеме, сдана без существенной задержки;

”хорошо”, если поставленная задача выполнена с частичными замечаниями, вовремя внесены исправления;

”удовлетворительно”, если поставленная задача выполнена с существенными замечаниями, серьезно нарушены сроки сдачи, присутствуют ошибки после исправления;

”неудовлетворительно”, если поставленная задача не выполнена.

Текущий контроль включает в себя выполнение практических работ с минимальными установленными показателями, сдачу в срок отчетов, по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

Контроль **самостоятельной работы** студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, комплект учебной мебели с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя), Adobe Reader DC (распространяется свободно).
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, комплект учебной мебели с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно).
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно).

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>