

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 27.04.2023 11:53:25  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Математическое обеспечение  
программно-информационных  
систем»



**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

**«БАЗЫ ЗНАНИЙ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

**«Математическое обеспечение программно-информационных систем»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Балтрашевич В.Э.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ  
15.02.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«БАЗЫ ЗНАНИЙ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ»**

В современных научных исследованиях решаемые задачи могут быть разделены на три класса в зависимости от сложности задач. Задачи первого класса (с «незначительным» объемом данных) решаются с помощью традиционных математических методов; задачи третьего класса (со «значительным» объемом данных) решаются статистическими методами; решение же широчайшего класса трудно формализуемых задач (задач второго класса) не возможно без участия человека, т.е. требуется создание человеко-машинных систем, эффективных как с точки зрения человека, так и с точки зрения ЭВМ. В данной дисциплине изучается математическая база решения трудно формализуемых задач и формируются навыки экспериментальных исследований при выборе метода решения трудно формализуемых задач с помощью систем основанных на знаниях. Анализируется назначение, архитектура и принципы использования экспертных систем. Рассматриваются методы извлечения знаний из данных и из процессов. Анализируются различные формы представления знаний.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«KNOWLEDGE BASE AND EXPERT SYSTEM»**

Modern scientific research tasks to be solved can be divided into three classes, depending on the complexity of the tasks. First Class Tasks (a "minor" amount of data) are solved using traditional mathematical methods; third-class problem (with a "significant" amount of data) can be solved by statistical methods; solution is the widest class hard formalized problems (second class of problems) is not possible without human intervention, ie, It requires the creation of human-machine systems that are effective in terms of both human and in terms of computers. In the discipline studied mathematical base solutions difficult to formalize objectives and form the

skills of experimental research when choosing a method of solving difficult tasks formalized by means of systems based on knowledge. Analyzes the purpose, architecture and principles for the use of expert systems. The methods of extracting knowledge from data and of processes. The various forms of knowledge representation.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью дисциплины является получение теоретических знаний в области баз знаний и экспертных систем, а также приобретение практических навыков применения полученных знаний для решения задач профессиональной деятельности.

2. Задачами дисциплины является получение знаний, умений и навыков для решения трудноформализуемых задач с созданием человеко-машинных систем, эффективных как с точки зрения человека, так и с точки зрения ЭВМ.

3. Получение знаний о математической базе решения трудно формализуемых задач, формах представления знаний, о назначении, возможностях, составе, организации и особенностях функционирования экспертных систем (ЭС), о способах организации поиска решений, возможностях режима объяснений, принципах построения ЭС.

4. Приобретение умения классифицировать решаемые задачи, анализировать архитектуру ЭС с позиций инженера по знаниям и пользователя, оценивать применимость конкретной ЭС для решения задач заданного класса, представлять знания с помощью инструментальных средств, реализовать простейшую ЭС.

5. Освоение навыков экспериментальных исследований при выборе метода решения трудноформализуемых задач с помощью систем, основанных на знаниях; навыков анализа назначения, архитектуры и принципов использования экспертных систем, методов извлечения знаний из данных и из процессов; навыков анализа различных форм представления знаний.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгоритмы и структуры данных»
2. «Программирование»
3. «Информатика»
4. «Построение и анализ алгоритмов»
5. «Информационные технологии»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Теория принятия решений»
2. «Машинное обучение»
3. «Основы подготовки научных публикаций»
4. «Статистические методы обработки экспериментальных данных»
5. «Интеллектуальные системы»

### 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-0.2</i>	<i>Создает и модифицирует информационные модели для решения 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	Введение	1			
2	Тема 1. Состав и принципы работы инструментальной ЭС	8	8		8
3	Тема 2. Способы приобретения знаний	6	8		8
4	Тема 3. Способы представления знаний	6	6		8
5	Тема 4. Нечеткие множества и нечеткие меры	6	6		8
6	Тема 5. Нечеткий логический вывод	6	6		8
7	Заключение	1		1	35
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Место дисциплины в ООП. Рабочая программа дисциплины. Материал, выносимый на аттестацию. Формы проведения аттестации.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Состав и принципы работы инструментальной ЭС	Поиск решения. Представление задач в пространстве состояний. Слепой и эвристический поиск. Поиск, направляемый пользователем. Абстрагирование пространства решений. Порождение и проверка. Представление задач с помощью теорем. Правила вывода. Прямой и обратный вывод, их достоинства и недостатки. Организация циклов на языке эксперта. Язык эксперта. Организация циклов на языке эксперта. Язык пользователя. Назначение объяснений. Способы реализации объяснений. Реализация ответов на вопросы КАК и ПОЧЕМУ. Сравнение возможностей объяснений при прямом и обратном выводе. Организация объяснений при использовании факторов уверенности. Разработка автоматизированной обучающей системы. Использование процедур на языке эксперта. Языки абстрактного и реального экспертов. Уровни иерархии виртуальных машин. Процедурная реализация знаний абстрактного эксперта и декларативная реализация знаний реального эксперта. Компиляция знаний.
3	Тема 2. Способы приобретения знаний	Интеллектуальный анализ данных. Задачи DataMining и их классификация. Постановка задачи кластеризации. Базовые алгоритмы кластеризации. Иерархические, агломеративные и дивизимные алгоритмы. Неиерархические алгоритмы. Постановка задачи классификации и регрессии. Представление результатов. Методы построения правил классификации и построения деревьев решений. Поиск ассоциативных правил. Формальная постановка задачи. Сиквенциальный анализ. Разновидности задач поиска ассоциативных правил. Представление результатов. Алгоритмы поиска ассоциативных правил. Средства анализа процессов – ProcessMining. Анализ процессов. Методы ProcessMining.
4	Тема 3. Способы представления знаний	Классификация знаний. Способы представления знаний: графы, системы продукций, фреймы, предикаты, семантические сети, ситуации. Основные стадии и способы приобретения знаний. Явное представление знаний. Онтологии в информатике. Примеры онтологий. Языки представления онтологий. Языки запросов. Цикл разработки онтологий: анализ требований и области применения; повторное использование; перечисление терминов; определение классов; определение свойств; ограничения; данные. Примеры. Инструментальные средства разработки и использования онтологий.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Тема 4. Нечеткие множества и нечеткие меры	Теория Демпстера-Шаффера и факторы уверенности. Нечеткие множества. Основные операции над нечеткими множествами. Нечеткая логика. Функция принадлежности. Построение функции принадлежности. Метод попарных сравнений. Лингвистические переменные. Нечеткие ситуации. Нечеткое включение, равенство и общность ситуаций. Исчисление нечетких величин. Нечеткие меры. Меры возможности и необходимости. Распределение возможностей. Теорема о связи нечетких мер. Соотношение между нечеткими мерами. Вероятностная интерпретация нечетких мер. Многоцелевая оценка. Меры порождающей нечеткости: энтропия и $\alpha$ -нечеткость. Информационные расстояния для вероятностных и возможностных систем.
6	Тема 5. Нечеткий логический вывод	Машина вывода Криса Нейлора. Использование нечетких множеств при логическом выводе. Нечеткие прямой и обратный выводы. Моделирование с помощью нечетких систем. Нечеткий вывод ситуационного типа. Нечеткие ситуационные сети. Нечеткие управляющие решения. Формирование нечеткой ситуационной сети. Постановка целевых ситуаций. Построение стратегий управления.
7	Заключение	Перспективы развития экспертных систем и других методов искусственного интеллекта.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Создание базы знаний (БЗ) на языке эксперта	2
2. Работа с созданной БЗ на языке пользователя	2
3. Реализация циклов на языке эксперта	2
4. Использование процедур на языке эксперта	2
5. Создание обучающей системы	2
6. Использование машины Нейлора	2
7. Использование генератора персональных советующих систем по индивидуальному заданию	2
8. Отладка индивидуального задания	2
9. Знакомство с системой See5	2
10. Знакомство с системой WizWhy	2

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
11. Кластеризация (по Гюстафсону-Кесселю). Кластеризация (алгоритм максимизации ожидания EM). Кластеризация (алгоритм K-means)	2
12. Классификация (байсовский классификатор). Классификация (C4.5). Классификация (деревья решений Cart)	2
13. Ассоциация (Apriori). Методы секвенциального анализа	2
14. Разработка онтологии с помощью программы Protege	2
15. Process Mining	6
Итого	34

#### **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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	0
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	15
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	15
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	10
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</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 библ.
Основная литература		
1	Балтрашевич, Владимир Эдуардович. Использование нечетких мер в экспертных системах [Текст] : учеб. пособие / В.Э. Балтрашевич, 2004. -79 с.	77
2	Гитман М. Б. Экспертные системы поддержки принятия коллективных решений [Электронный ресурс] : учебное пособие, 2017. -38 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Балтрашевич, Владимир Эдуардович. Реализация инструментальной экспертной системы [Текст] / В.Э. Балтрашевич, 1993. -237 с.	114
2	Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлениям "Прикладная математика и информатика", "Информатика и вычислительная техника" / Т.А. Гаврилова; В.Ф.Хорошевский, 2000. -382 с.	68

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

№ п/п	Электронный адрес
1	НОУ ИНТУИТ Лекция: Технологии искусственного интеллекта <a href="http://www.intuit.ru/studies/courses/1054/228/lecture/5919">http://www.intuit.ru/studies/courses/1054/228/lecture/5919</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10784>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Базы знаний и экспертные системы» 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.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, посетившие не менее 80% лекций и практических занятий, написавшие в течение семестра 3 контрольные работы на оценку не ниже "Удовлетворительно".

Экзамен проводится по билетам.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Метод резолюции. Переход от клаузуальной формы к нотации Пролога.
2	Принципы построения ЭС. АОС на базе ЭС.
3	Уровни иерархии виртуальных машин.
4	Организация циклов на языке эксперта.
5	Нечеткая логика. Логические операции. t-норма и s-норма.
6	Функции принадлежности. Содержательная интерпретация функций принадлежности. Прямые методы построения функции принадлежности.
7	Меры доверия. Практический смысл введения мер доверия.
8	Вероятностная интерпретация нечетких мер. Задача о выборе президента.
9	Особенности системы WizWhy.
10	Постановка задачи ассоциации. Описание алгоритмов поиска ассоциативных правил (Алгоритм Apriori).

### 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 "Базы знаний и экспертные системы" МОЭВМ

1. Разработка транслятора с языка эксперта.

2. Нечеткие меры. Основные понятия: элементарные высказывания, полунепрерывность сверху и полунепрерывность снизу, двойственные меры.

3. Кластеризация (по Гюстафсону-Кесселю).

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

Контрольные работы проводятся в виде письменных ответов на вопросы.

#### **Контрольная работа № 1**

1. Исчисление предикатов как средство формализации предложений естественного языка.

2. Использование в качестве атрибутов имен процедур.

#### **Контрольная работа № 2**

1. Понятие о нечеткой переменной и о лингвистической переменной. Примеры.

2. Меры доверия. Практический смысл введения мер доверия.

#### **Контрольная работа № 3**

1. Классификация (байесовский классификатор).

2. Многоцелевая оценка. Основные понятия.

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	Тема 1. Состав и принципы работы инструментальной ЭС Тема 2. Способы приобретения знаний	
2		
3		
4		
5		
6		Контрольная работа
7	Тема 3. Способы представления знаний	
8		
9		
10		
11		
12		Контрольная работа
13	Тема 4. Нечеткие множества и нечеткие меры Тема 5. Нечеткий логический вывод	
14		
15		
16		Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### На лекционных занятиях

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий);

#### На практических занятиях

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий);
- выполнение 3 контрольных работ на оценку не ниже "Удовлетворительно". Контрольные работы проводятся в виде письменных ответов на вопросы во время практических занятий.

Критерии оценивания контрольных работ:

«Отлично» - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы.

«Хорошо» - вопросы раскрыты не полностью.

«Удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки.

«Неудовлетворительно» - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

### **Самостоятельной работы студентов.**

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, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше

## **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>