

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

**«ТЕОРИЯ ИГР И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ
СИСТЕМ»**

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., доцент Толкачева Е.А.

д.ф.-м. наук, профессор В 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	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	33
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ ИГР И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ СИСТЕМ»

Главная особенность, отличающая поведение живого существа от всех остальных объектов, состоит в том, что оно является целенаправленным. Это проявляется в том, что поведение разумного организма определяется не только воздействием на него со стороны среды, но также решениями, которые он принимает в соответствии со своими целями, предпочтениями и ценностными установками.

Сказанное предопределяет структуру предлагаемого курса, который состоит из двух частей. Первая часть курса посвящена вопросам, связанным с формализацией понятия «цель». Рассматриваются такие проблемы, как задание целей с помощью целевой функции, задание предпочтений с помощью набора критериев, способы свертки набора критериев в интегральный критерий; способы задания предпочтений с помощью графов, алгоритмы представления и упрощения графов предпочтений, принципы формирования множества «хороших» альтернатив и т.п.

Вторая часть курса отведена вопросам построения и анализа математических моделей принятия решений в условиях неопределенности и риска. Здесь основное внимание сосредоточено на теоретико-игровых моделях. Рассматриваются методы и алгоритмы построения оптимальных решений для игр важнейших классов (игры на графах; антагонистические и неантагонистические игры; арбитражные схемы и кооперативные игры). В качестве математической основы курса используются методы теории графов, исследования операций и теории игр.

SUBJECT SUMMARY

«GAME THEORY AND MATHEMATICAL MODELS OF PURPOSEFUL SYSTEMS»

The difference in the behavior of a living being is purposeful. The behavior of a rational organism is determined not only by the impact on it from the environment, but also by the decisions that it makes in accordance with its goals, preferences and values.

The course consists of two parts:

- 1) associated with the formalization of the concept of "goal" (objective function, preference criteria, convolution of a set of criteria into an integral one; preference graphs);
- 2) mathematical (game-theoretic) models of decision-making under uncertainty and risk (games on graphs; antagonistic and non-antagonistic games; arbitrage schemes and cooperative games).

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний в области теории игр и формирование практических умений и навыков работы с математическими моделями целенаправленных систем.

2. Задачами изучения дисциплины является получение знаний по заданию целей с помощью целевой функции, формирование умений и навыков задания предпочтений с помощью набора критериев,

3. Знания:

-важнейших классов игр (игры на графах; антагонистические и неантагонистические игры; арбитражные схемы и кооперативные игры), необходимых для моделирования прикладных задач на основе теоретико-игрового подхода;

-способов свертки набора критериев в интегральный критерий и задания предпочтений с помощью графов;

-алгоритмов представления и упрощения графов предпочтений и принципов формирования множества «хороших» альтернатив.

4. Умения построения и анализа математических моделей принятия решений в условиях неопределенности и риска для решения прикладных задач формализации машинного обучения.

5. Навыки применения теории игр к решению прикладных задач в области технологий искусственного интеллекта.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебраические структуры»

2. «Комбинаторика и теория графов»

3. «Введение в биоинформатику»

4. «Интеллектуальные технологии и компьютерные инструменты передачи и извлечения знаний»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-11	Способен использовать различные математические формализации машинного обучения для создания и развития технологий искусственного интеллекта
<i>СПК-11.2</i>	<i>Разрабатывает модели решения прикладных задач на основе теоретико-игровой формализации машинного обучения</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	Методологические принципы системного анализа. Целенаправленные системы	1			10
2	Математические модели задач принятия решения	2			15
3	Математические модели многокритериальных ЗПР	3	4		15
4	Игры с Природой. Принятие решений в условиях неопределенности и риска	2	4	1	15
5	Антагонистические игры	3	4		10
6	Неантагонистические игры 2-х лиц	2	2		10
7	Игры n лиц	3	2		0
	Итого, ач	16	16	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Методологические принципы системного анализа. Целенаправленные системы	Основные признаки системы. Структура и функционирование системы. Кибернетический подход к управлению системой. Целенаправленные системы. Формализация целевых структур в рамках математических моделей управления. Принятие решения – центральный момент управления.
2	Математические модели задач принятия решения	Основные типы математических моделей принятия решений в условиях определенности, неопределенности и риска.
3	Математические модели многокритериальных ЗПР	Оптимальность по Парето. Методы сужения Паретовского оптимума. Свертывание векторного критерия в скалярный. Задачи, решаемые с помощью карты безразличий. Метод Анализа Иерархий.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Игры с Природой. Принятие решений в условиях неопределенности и риска	Критерии Лапласа, Вальда, Гурвица, Сэвиджа при принятии решения в условиях неопределенности. Принятие решения в условиях риска по критерию ожидаемого выигрыша. Принятие решения в условиях риска по критериям ожидаемого выигрыша и риску отклонения от него. Принятие решения в условиях риска при возможности проведения эксперимента (Байесовский подход).
5	Антагонистические игры	Алгоритм построения оптимальных стратегий игроков в игре на графе. Игры с седловой точкой. Методы нахождения решения матричной игры в смешанных стратегиях: сведение к задаче линейного программирования; сведение к системе линейных неравенств; аналитический метод в сочетании с удалением доминируемых стратегий; графо-аналитический метод.
6	Неантагонистические игры 2-х лиц	Равновесие в биматричных играх. Теорема Нэша о существовании ситуации равновесия в смешанных стратегиях. Кооперативное решение биматричной игры. Противоречие между выгодностью и устойчивостью. Арбитражное решение Нэша.
7	Игры n лиц	Переход к кооперативной форме в игре n лиц. Что значит «справедливый» дележ? Отношение доминирования дележей. С-ядро. Теорема о принадлежности дележа к С-ядру. Вектор Шепли и его явное выражение. Нахождение вектора Шепли для простой игры n лиц. Интерпретация компонент вектора Шепли как «силы» коалиций в структурах голосования.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Математические модели многокритериальных ЗПР	4
2. Принятие решений в условиях неопределенности и риска	4
3. Антагонистические игры	4
4. Неантагонистические игры 2-х лиц	2
5. Игры n лиц	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
Итого	16

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 ре-

комендованной 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.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	15
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
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	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	15
ИТОГО СРС	75

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	Болотский, Александр Владимирович. Математическое программирование и теория игр [Текст] : учеб. пособие / А. В. Болотский, 2019. -112 с.	34
Дополнительная литература		
1	Воронов, Евгений Михайлович. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений : Учеб. для вузов по машиностроит. и приборостроит. специальностям / Е.М.Воронов; Под ред. Н.Д.Егупова, 2001. -575 с.	12

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

№ п/п	Электронный адрес
1	М. Вялый. Алгоритмическая теория игр. https://www.lektorium.tv/node/36296
2	И. Кацев. Теория игр. https://www.lektorium.tv/course/22927

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13110>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Теория игр и математические модели целенаправленных систем» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» ставится при правильных ответах на все теоретические вопросы и решении предложенных задач. Допускается наличие технических погрешностей при решении задач.
Хорошо	Оценка «Хорошо» ставится при правильных ответах на все теоретические вопросы и решении предложенных задач при наличии объяснений.
Отлично	Оценка «Отлично» ставится при полных и правильных ответах на все теоретические вопросы и решении предложенных задач с подробными объяснениями.

Особенности допуска

Для допуска обучающихся к промежуточной аттестации необходимо:

-посещение не менее 80% занятий;

-выполнение всех контрольных работ на положительную оценку.

Оценка дифференцированного зачета базируется на итогах текущего контроля.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Способы формализации целевых структур в рамках математических моделей управления.
2	Математическая модель принятия решения в условиях определенности, неопределенности и риска (общее описание).
3	Оптимальность по Парето. Методы сужения Паретовского оптимума.
4	Свертывание векторного критерия в скалярный. Задачи, решаемые с помощью карты безразличий.
5	Метод Анализа Иерархий (общее описание).
6	Критерии Лапласа, Вальда, Гурвица, Сэвиджа при принятии решения в условиях неопределенности.
7	Принятие решения в условиях риска по критерию ожидаемого выигрыша. В чем недостаток этого метода?
8	Принятие решения в условиях риска по критериям ожидаемого выигрыша и риску отклонения от него.
9	Принятие решения в условиях риска при возможности проведения эксперимента (Байесовский подход).
10	Алгоритм построения оптимальных стратегий игроков в игре на графе.
11	Игры с седловой точкой. Связь седловой точки с оптимальными стратегиями игроков и с ценой игры.
12	Нахождение решения матричной игры в смешанных стратегиях сведением к задаче линейного программирования.
13	Нахождение решения матричной игры в смешанных стратегиях сведением к системе линейных неравенств.
14	Нахождения решения матричной игры в смешанных стратегиях аналитическим методом в сочетании с удалением доминируемых стратегий.
15	Нахождение решения матричной игры в смешанных стратегиях графо-аналитическим методом.
16	Равновесие в биматричных играх. Теорема Нэша о существовании ситуации равновесия в смешанных стратегиях.

17	Кооперативное решение биматричной игры. Противоречие между выгодностью и устойчивостью.
18	Арбитражное решение Нэша биматричной игры в смешанных стратегиях.
19	Кооперативная форма для игры n лиц.
20	Отношение доминирования дележей. С-ядро. Теорема о принадлежности дележа к С-ядру.
21	Вектор Шепли и его явное выражение.
22	Нахождение вектора Шепли для простой игры n лиц.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1

Билет № 1

- Способы формализации целевых структур в рамках математических моделей управления.
- Метод Анализа Иерархий (общее описание).
- Задача 1.** Доход строительного предприятия зависит от выбора варианта проекта А1-А4, а также от значений факторов В1-В4 и определяется таблицей 1:

Таблица 1

	В	В2	В3	В4
	1			
А1	8	6	2	9
А2	7	7	3	8
А3	6	8	1	12
А4	5	5	6	10

Найти оптимальный вариант проекта по критериям Лапласа, Вальда, Гурвица (с показателями $\alpha = 0,3$ и $\alpha = 0,8$) и Сэвиджа.

- Задача 2.** При выборе квартиры в качестве критериев взяты: К1 – метраж (м²); К2 – время поездки на работу (мин.); К3 – время поездки в зону отдыха (мин.)

Среди вариантов квартиры, представленных в таблице 2,

А) найти варианты, оптимальные по Парето;

В) найти единственный оптимальный вариант методом субоптимизации, назначив самостоятельно верхние границы по критериям К2 и К3:

Таблица 2

Вар\Крит	К1	К2	К3
1	55	15	35
2	70	25	45
3	52	5	25
4	55	10	35
5	58	20	50
6	70	25	35
7	60	20	50

Контрольная работа № 2

Билет № 1

- Принятие решения в условиях риска по критериям ожидаемого выигрыша и риску отклонения от него.
- Игры с седловой точкой. Связь седловой точки с оптимальными стратегиями игроков и с ценой игры.
- Отношение доминирования дележей. С-ядро. Теорема о принадлежности дележа к С-ядру.

- Задача 1.**

Найти решение матричной игры, заданной платежной матрицей А, графо-аналитическим методом

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

- Задача 2.**

В биматричной игре $G_{(A,B)}$ найти ситуации, равновесные по Нэшу и оптимальные по Парето:

$G_{(A,B)}$	1	2
1	(5,5)	(0,9)
2	(9,0)	(1,1)

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	Математические модели многокритериальных ЗПР	
2		
3		
4		
5		
6		
7		Контрольная работа
8	Антагонистические игры	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Контрольная 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 промежуточную аттестацию.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и выполнение контрольных работ (согласно календарному плану), по результатам которого студент получает допуск на промежуточную аттестацию.

Методика оценивания контрольных работ:

”неудовлетворительно” (или 2), если верно решено меньше 60% заданий, но более 29%;

”**удовлетворительно**” (или 3), если верно решено меньше 75% заданий, но более 59%;

”**хорошо**” (или 4), если верно решено меньше 89% заданий, но более 74%;

”**отлично**” (или 5), если верно решено более 90% заданий.

В ходе проведения семинарских и 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, доска, экран, проектор, ноутбук.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ноутбук.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 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) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 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

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