

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 15.08.2022 09:57:34  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf75f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ 2022г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И  
ИНФОРМАТИКИ**

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Системный анализ

Для студентов I курса

Очная форма

Составитель: д.ф.-м.н., профессор А.В. Язенин

Тверь, 2022

## I. Аннотация

### 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** дисциплины является освоение фундаментальных понятий и методов теории возможностей и возможно-вероятностной оптимизации.

**Задачей** дисциплины является выработка практических навыков использования теории возможностей и вероятностей при разработке математических моделей и методов оптимизации и принятия решений в условиях неопределенности возможностного и вероятностного типов.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Учебная дисциплина «**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ**» относится к разделу «Математический» обязательной части блока 1 учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины магистрант должен знать теорию вероятностей, элементы теории нечетких множеств, методы оптимизации и принятия решений и уметь использовать их знания при разработке информационных систем поддержки принятия решений.

В результате изучения дисциплины магистрант должен знать фундаментальные разделы математики, необходимые для проведения научных исследований в области математического обеспечения информационных технологий, уметь моделировать различные типы неопределенности, владеть математическим аппаратом теории возможностей, необходимым для разработки информационных систем поддержки принятия решений, ориентированных на обработку информации с элементами неполноты и неопределённости.

**3. Объем дисциплины:** 7 зачетных единицы, 252 академических часа, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 32 часа, в т.ч. практическая подготовка 15 часов, практические занятия 0 часов;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 0 часов, в том числе курсовая работа 0 часов;

**самостоятельная работа:** 220 часов, в том числе контроль 0 часов.

**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   |
|---|---|
| ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики    | ОПК-1.1 Оценивает актуальность математических задач<br>ОПК-1.2 Решает задачи фундаментальной математики |

|       |  |   |
|-------|--|---|
|       |  | ОПК-1.3 Решает задачи прикладной математики   |
| ОПК-2 | Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач | ОПК-2.1 Выбирает методы для решения конкретной поставленной задачи<br>ОПК-2.2 Совершенствует имеющиеся методы<br>ОПК-2.3 Разрабатывает новые методы |

**5. Форма промежуточной аттестации** зачет, второй семестр.

**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 | Контактная работа (час.) |                                |                                    |                                | Самостоятельная работа |
|---|-------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|   |       | Лекции                   |                                | Практические (Лабораторные) работы |                                |                        |
|   |       | всего                    | В т.ч. практическая подготовка | всего                              | В т.ч. практическая подготовка |                        |
| Элементы теории нечетких подмножеств  | 11    | 1                        | 0                              | 0                                  | 0                              | 10                     |
| Возможностное пространство  | 9     | 1                        | 0                              | 0                                  | 0                              | 8                      |
| Нечеткая переменная (величина) и ее функция распределения. Свойства возможностных распределений       | 17    | 1                        | 0                              | 0                                  | 0                              | 16                     |
| Функции нечетких величин  | 15    | 1                        | 0                              | 0                                  | 0                              | 14                     |
| Классы параметризованных возможностных распределений (функций принадлежности). Распределения L-R типа | 16    | 2                        | 1                              | 0                                  | 0                              | 14                     |

|   |    |   |   |   |   |    |
|---|----|---|---|---|---|----|
| Исчисление минисвязанных нечет-ких величин в классах параме-тризованных возможностей распределений                                | 20 | 4 | 3 | 0 | 0 | 16 |
| Отношения между возможностными величинами.  | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Агрегирование возможностной (не-четкой) информации на основе $t$ – норм. Сильнейшая и слабейшая $t$ – нормы                       | 22 | 2 | 1 | 0 | 0 | 20 |
| Исчисление нечетких величин в классах параметризованных возмож-ностных распределений при слабей-шей $t$ – норме                   | 16 | 2 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| Принципы принятия решений в усло-виях возможностной (нечеткой) и стохастической информации  | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Модели критериев и ограничений в задачах возможностной и стохас-тической оптимизации  | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Методы решения задач возмож-ностного и стохастического линей-ного программирования в классах нормальных распределений             | 22 | 4 | 3 | 0 | 0 | 18 |
| Методы решения задач возможно-стного/необходимос-тного линейно-го программирования в классе полу-непрерывных сверху распределений | 20 | 2 | 1 | 0 | 0 | 18 |
| Методы решения задач нелинейного возможностного программирования  | 16 | 2 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| Возможностное и интервальное линейное программирование  | 14 | 3 | 2 | 0 | 0 | 10 |

|  |     |    |    |   |   |     |
|--|-----|----|----|---|---|-----|
| Сравнительное изучение задач<br>возможностного линейного<br>программирования при<br>различных $t$ - нормах | 22  | 4  | 2  | 0 | 0 | 18  |
| ИТОГО  | 252 | 32 | 15 | 0 | 0 | 220 |

### III. Образовательные технологии

| Учебная программа –<br>наименование разделов и<br>тем (в строгом<br>соответствии с разделом<br>II РПД)                  | Вид занятия                        | Образовательные технологии   |
|---|------------------------------------|--|
| Элементы теории нечет-<br>ких подмножеств   | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Возможностное простран-<br>ство   | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Нечеткая переменная<br>(величина) и ее функция<br>распределения. Свойства<br>возможностных<br>распределений             | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Функции нечетких вели-<br>чин   | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Классы параметризован-<br>ных возможностных рас-<br>пределений (функций<br>при-надлежности).<br>Распреде-ления L-R типа | Лекции,<br>практические<br>занятия | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Исчисление нечетких ве-<br>личин в классах параме-<br>тризованных возможно-<br>стных распределений                      | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |
| Отношения между воз-<br>можностными величина-<br>ми   | Лекции                             | Изложение теоретического<br>материала с использо-<br>ванием компьютерных<br>презентаций. Решение задач |

|   |        |   |
|---|--------|---|
| Агрегирование возможностной (нечеткой) информации на основе $t$ – норм. Сильнейшая и слабейшая $t$ – нормы                | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Исчисление нечетких величин в классах параметризованных возможностей распределений при слабейшей $t$ – норме              | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Принципы принятия решений в условиях возможностной (нечеткой) и стохастической информации                                 | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Модели критериев и ограничений в задачах возможностной и стохастической оптимизации                                       | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Методы решения задач возможностного и стохастического линейного программирования в классах нормальных распределений       | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Методы решения задач возможностного/необходимого линейного программирования в классе полунепрерывных сверху распределений | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Методы решения задач не-линейного возможностного программирования   | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
| Возможностное и интервальное линейное программирование  | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |

|   |        |   |
|---|--------|---|
| Сравнительное изучение задач возможностного линейного программирования при различных $t$ - нормах | Лекции | Изложение теоретического материала с использованием компьютерных презентаций. Решение задач |
|---|--------|---|

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

|  |   |
|--|---|
| ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики | <p>ОПК-1.1 Оценивает актуальность математических задач</p> <p>ОПК-1.2 Решает задачи фундаментальной математики</p> <p>ОПК-1.3 Решает задачи прикладной математики</p> |
|--|---|

| Типовые контрольные задания   | Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания         |
|---|--|
| Освоение возможностной модели неопределенности:<br>1. Доказательство свойств возможностной меры.<br>2. Доказательство свойств необходимостной меры.               | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| 1. Построение моделей критериев в условиях возможностной неопределенности.<br>2. Построение моделей допустимых решений в условиях возможностной неопределенности. | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |

|  |  |
|--|--|
| ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач | <p>ОПК-2.1 Выбирает методы для решения конкретной поставленной задачи</p> <p>ОПК-2.2 Совершенствует имеющиеся методы</p> <p>ОПК-2.3 Разрабатывает новые методы</p> |
|--|--|

| <b>Типовые контрольные задания</b>  | <b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>  |
|---|--|
| Расчет числовых характеристик возможностных функций, параметров их возможностных распределений, необходимых для формализации и реализации принципов принятия решений  | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Исчисление возможностных величин при слабейшей и сильнейшей t-нормах, описывающих их взаимодействие   | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Построение моделей оптимизации и принятия решений при сильнейшей t-норме в контексте возможность-необходимость.   | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Построение моделей оптимизации и принятия решений при слабейшей t-норме в контексте возможность-необходимость.  | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Построение и решение эквивалентных детерминированных аналогов линейных моделей оптимизации и принятия решений при сильнейшей t-норме в контексте возможность-необходимость в классах параметризованных возможностных распределений. | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Построение и решение эквивалентных детерминированных аналогов линейных моделей оптимизации и принятия решений при слабейшей t-норме в контексте возможность-необходимость в классах параметризованных возможностных распределений.  | Оценка правильности решения задач осуществляется традиционным способом |
| Построение и решение эквива-  | Оценка правильности решения задач                                      |



|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| лентных детерминированных аналогов нелинейных моделей оптимизации и принятия решений при сильнейшей и слабейшей t-нормах в контексте возможность-необходимость в классах параметризованных возможностей распределений. | осуществляется традиционным способом |
|--|--------------------------------------|

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Язенин А.В. Основные понятия теории возможностей / А.В. Язенин. - Москва: Физматлит, 2016. - 142 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469649>.
3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)
4. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Копченова, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 368 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=198](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=198)
5. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. —Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=451160>
6. Муромцев, Д.Ю. Методы оптимизации и принятие проектных решений: учебное пособие для магистрантов по направлению 11.04.03 / Д.Ю. Муромцев, В.Н. Шамкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 80 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-8265-1451-1 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444652>

#### б) Дополнительная литература:

1. А.В.Язенин, М. Вагенкнехт. Возможностная оптимизация (учебное пособие, 2-е издание ), Тверь, ТвГУ, 2012г.,133с.
2. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах / В.И. Струченков. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 434 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3800-2 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457743>

3. Струченков, В.И. Методы оптимизации: основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы / В.И. Струченков. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 266 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3736-4; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457742>

3. Цирлин, А.М. Методы оптимизации для инженеров: монография / А.М. Цирлин. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 214 с.: ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-5983-0; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427334>

## 2) Программное обеспечение

### а) Лицензионное программное обеспечение

|   |  |
|---|--|
| <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМиК № 4б (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p> | <p>Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатное ПО;<br/>         Apache Tomcat 8.0.27 – бесплатное ПО;<br/>         Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009;<br/>         GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1 – бесплатное ПО;<br/>         Google Chrome – бесплатное ПО;<br/>         Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатное ПО;<br/>         JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3 – бесплатное ПО;<br/>         JetBrains PyCharm Edu 3.0 – бесплатное ПО;<br/>         Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – бесплатное ПО;<br/>         Lazarus 1.4.0 - бесплатное ПО;<br/>         MATLAB R2012b – Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012;<br/>         Mathcad 15 M010 – Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011;<br/>         Microsoft Office профессиональный плюс 2013 – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;<br/>         Microsoft SQL Server 2014 Express LocalDB - бесплатное ПО;<br/>         Microsoft Visio Professional 2013 - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;<br/>         MS Visual Studio Ultimate 2013 с обновлением 4 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017;<br/>         MiKTeX 2.9 – бесплатное ПО;<br/>         MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатное ПО;<br/>         NetBeans IDE 8.0.2- бесплатное ПО;</p> |
|---|--|

|  |  |
|--|--|
|  | NetBeans IDE 8.2- бесплатное ПО;<br>Notepad++ - бесплатное ПО;<br>Oracle VM VirtualBox 5.0.2 - бесплатное ПО;<br>Origin 8.1 Sr2 – договор №13918/М4 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;<br>Python 3.1 pygame-1.9.1 - бесплатное ПО;<br>Python 3.4 numpy-1.9.2 - бесплатное ПО;<br>Python 3.4.3 - бесплатное ПО;<br>Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit) - бесплатное ПО;<br>WCF RIA Services V1.0 SP2 - бесплатное ПО;<br>WinDjView 2.1 - бесплатное ПО;<br>MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017. |
|--|--|

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины  
 Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

**Самостоятельная работа студентов предполагает проведение двух видов работ:**

1. Самостоятельная подготовка докладов по предлагаемым темам (примерные темы докладов приводятся ниже);
2. Самостоятельное решение сложных задач по темам, рассматриваемым на лекциях (примерная задача для самостоятельного решения приводится ниже).

### Примерные темы докладов

1. Возможность и вероятность.
2. Возможность и необходимость.
3. Стохастическое и возможностное программирование: сравнительный анализ.

### Примеры задач для самостоятельной работы

Задача 1. Построить эквивалентный четкий аналог задачи возможно-необходимостной оптимизации и решить его графическим методом:

$k \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} \pi \{a_{01}x_1 + a_{02}x_2 = k\} \geq 1/2, \\ \pi \{a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1\} \geq 1/2, \\ \nu \{a_{21}x_1 - a_{22}x_2 \geq b_2\} \geq 1/4, \\ x_1, x_2 \geq 0, \end{cases}$$

где  $a_{01} \in Tr(2,2), a_{02} \in Tr(3,3)$ ,

$a_{11}=3, a_{12} \in Tr(3,1), b_1 \in Tr(6,1)$ ,

$a_{21}=2, a_{22} \in Tr(4,6,2,1)$ ,  $\mu_{b_2}(t) = \max\{0, \min\{1, 1 - 2(t-3)\}\}, t \in E^1$ .

Задача 2. Имеем две нечеткие величины  $(L-R)$  типа. Пусть  $L(t) = e^{-t^2}, t > 0$ ,  
 $R(t) = \max\{0, 1-t\}, t > 0$ . Распределения равны соответственно:

$X_1 = (3, 5, 1, 2)_{(L,R)}$ ,  $X_2 = (4, 5, 2, 1)_{(L,R)}$ . Определите распределение нечеткой величины  $2X_1 + X_2$ , найдите ее  $\alpha$ -уровневое множество при  $\alpha = 0.7$ .

### Вопросы для подготовки к зачету

1. Возможностное пространство. Свойства мер возможности и необходимости.
2. Возможностная (нечеткая) величина и ее функция распределения. Свойства функции распределения.
3. Функции нечетких величин.
4. Четкие и нечеткие отношения между нечеткими величинами.
5. T-нормы, как математический аппарат для агрегирования возможностной информации и их свойства.
6. Исчисление нечетких величин.
7. Принципы принятия решений в условиях возможностной и стохастической информации.
8. Постановки задач возможностного и стохастического программирования и их содержательная интерпретация.
9. Задача максимизации возможности (необходимости) достижения нечеткой цели при построчных ограничениях по возможности (необходимости).
10. Задача максимизации вероятности выполнения цели при построчных ограничениях по вероятности.
11. Возможностная модель уровневой оптимизации (максимаксная модель).
12. Стохастическая модель уровневой оптимизации.

**Планы и методические указания** по подготовке к практическим (семинарским) занятиям, выполнению лабораторных работ.

Практическое занятие осуществляется по следующему плану:

1. проверка выполнения заданий, выданных для домашней работы;
2. обзор пройденного лекционного материала;
3. решение задач по очередной теме;

4. обсуждение результатов решения задачи;
5. выдача задач для домашней работы.

## Примеры решения задач

### Исчисление нечетких величин

№1.

Заданы две нечеткие величины  $X_1$  и  $X_2$ .

Необходимо найти распределение нечеткой величины, определяемой выражением  $-4X_1 + 2X_2$  и границы  $\alpha$ -уровневого множества нечеткой величины, представленной данным выражением.

Исходные данные:

$$X_1 \in Tr(5,2), \quad X_2 \in Tr(4,1), \\ \alpha = 0,6.$$

Решение.

В соответствии с исчислением возможностей мы можем установить класс распределений, которому принадлежит нечеткая величина, определяемая выражением:

$$-4X_1 + 2X_2 \in Tr(-4*5 + 2*4, |-4|*2 + |2|*1) = Tr(-12, 10).$$

Тогда в соответствии с формулами для расчета границ  $\alpha$ -уровневого множества в классах треугольных распределений имеем:

$$X^+(\alpha) = a + \frac{b}{2}(1-\alpha) = -12 + \frac{10}{2}(1-0,6) = -12 + 2 = -10, \\ X^-(\alpha) = a - \frac{b}{2}(1-\alpha) = -12 - \frac{10}{2}(1-0,6) = -12 - 2 = -14.$$

Таким образом, правая граница  $\alpha$ -уровневого для полученной нечеткой величины равна -10; левая граница  $\alpha$ -уровневого множества для полученной нечеткой величины равна -14.

№2.

Заданы две нечеткие величины  $(L-R)$  типа. Пусть  $L(t) = e^{-t^2}, t > 0$ ,  $R(t) = \max\{0, 1-t\}, t > 0$ .

Необходимо определить распределение нечеткой величины  $3X_1 + 4X_2$  и найти границы ее  $\alpha$ -уровневого множества.

Исходные данные:

$$X_1 = (5, 6, 1, 1)_{(L,R)}, \quad X_2 = (3, 5, 2, 1)_{(L,R)}, \\ \alpha = 0,5.$$

Решение.

В соответствии с исчислением нечетких величин  $(L-R)$  типа получаем:

$$(3X_1 + 4X_2)_{(L,R)} = (3*5 + 4*3, 3*6 + 4*5, |3|*1 + |4|*2, |3|*1 + |4|*1)_{(L,R)} = (27, 38, 11, 7)_{(L,R)}$$

Применяя соответствующие формы для определения границ  $\alpha$ -уровневых множеств получаем:

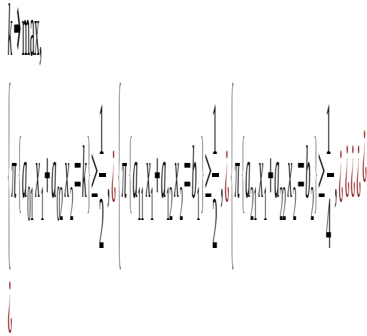
$$X^+(\alpha) = \bar{m} + \bar{d}(1-\alpha) = 38 + 7(1-0,5) = 41,5;$$

$$X^-(\alpha) = a - b\sqrt{\ln \alpha^{-1}} = 27 - 11\sqrt{\ln 2}$$

Таким образом,  $3X_1 + 4X_2 = (27, 38, 11, 7)_{(L,R)}$ , правая граница  $\alpha$ -уровневого множества нечеткой величины  $3X_1 + 4X_2$  равна 41,5; левая граница  $\alpha$ -уровневого множества для  $3X_1 + 4X_2$  равна  $27 - 11\sqrt{\ln 2}$ .

### Решение задачи возможностного программирования.

Построить и решить эквивалентный детерминированный аналог задачи возможностного программирования.



Исходные данные:

$$a_{01} \in Tr(2,2), a_{02} \in Tr(3,3),$$

$$a_{11} = 3, a_{12} \in Tr(2,2), b_1 \in Tr(6,1),$$

$$a_{21} = 2, a_{22} = 3, \mu_{b_2}(t) = \max\{0, \min\{1, 1 - 2(t - 3)\}\}.$$

Решение.

Приведенная в варианте задача есть модель уровневой оптимизации.

Построим эквивалентные аналоги моделей критерия и ограничений.

1. Рассмотрим модель критерия.

$$k \rightarrow \max,$$

$$\pi\{a_{01}x_1 + a_{02}x_2 = k\} \geq \frac{1}{2}.$$

Данная модель критерия может быть сведена к следующей детерминированной модели:

$$a_{01}^+ x_1 + a_{02}^+ x_2 \rightarrow \max.$$

Таким образом, нам необходимо найти  $a_{01}^+$  и  $a_{02}^+$  для уровня

возможности  $\alpha_0 = \frac{1}{2}$ . Воспользуемся известными формулами для расчета правых границ  $\alpha$ -уровневого множества.

$$R_{01} = \frac{1 - \alpha_0}{2} = \frac{1}{4},$$

$$R_{02} = \frac{1 - \alpha_0}{2} = \frac{1}{4}.$$

Следовательно:

$$a_{01}^+ = \hat{a}_{01} + R_{01} \hat{d}_{01} = 2 + \frac{1}{4} * 2 = 2,5;$$

$$a_{02}^+ = \hat{a}_{02} + R_{02} \hat{d}_{02} = 3 + \frac{1}{4} * 3 = 3,75.$$

Тогда эквивалентная детерминированная модель критерия имеет следующий вид:  $2,5x_1 + 3,75x_2 \rightarrow \max$ .

2. Рассмотрим модель ограничений.

Сначала рассмотрим первое ограничение.

$$a_{11}^+ = a_{11}^- = 3 \quad (\text{по условию}).$$

В соответствии с расчетными формулами для границ  $\alpha$ -уровневых множеств имеем:

$$r_{12} = \frac{\alpha_1 - 1}{2} = \frac{1/2 - 1}{2} = -\frac{1}{4},$$

$$R_{12} = \frac{1 - \alpha_1}{2} = \frac{1 - 1/2}{2} = \frac{1}{4}.$$

Тогда:

$$a_{12}^+ = \hat{a}_{12} + R_{12} \hat{d}_{12} = 3 + \frac{1}{4} * 1 = 3,25;$$

$$a_{12}^- = \hat{a}_{12} + r_{12} \hat{d}_{12} = 3 - \frac{1}{4} * 1 = 2,75.$$

Вычислим свободные коэффициенты:

$$R_1 = \frac{1 - \alpha_1}{2} = \frac{1}{4},$$

$$r_1 = \frac{\alpha_1 - 1}{2} = -\frac{1}{4}.$$

Следовательно:

$$b_1^+ = \hat{b}_1 + R_1 \hat{d}_1 = 6 + \frac{1}{4} * 1 = 6,25;$$

$$b_1^- = \hat{b}_1 + r_1 \hat{d}_1 = 6 - \frac{1}{4} * 1 = 5,75.$$

В результате первое ограничение преобразуется в следующую пару детерминированных ограничений:

$$\begin{cases} 3x_1 + 3,25x_2 \geq 5,75, \\ 3x_1 + 3,75x_2 \geq 5,75, \end{cases}$$

Рассмотрим второе ограничение.

$$a_{21}^+ = a_{21}^- = 2 \quad (\text{по условию}),$$

$$a_{22}^+ = a_{22}^- = 3 \quad (\text{по условию}).$$

Нетрудно видеть, что  $b_2^- = -\infty$ .

Найдем  $b_2^+$ .

$$b_2^+ = 3 \frac{3}{8} = 3,375$$

Нетрудно видеть, что

Тогда эквивалентное ограничение имеет вид:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 3,385$$

Выпишем теперь полностью эквивалентный детерминированный аналог исходной задачи:

$$2,5x_1 + 3,75x_2 \rightarrow \max$$

$$3x_1 + 3,75x_2 \geq 5,75; 3x_1 + 2,75x_2 \leq 6,25; 2x_1 + 3x_2 \leq 3,375; x_1, x_2 \geq 0$$

Полученная задача линейного программирования может быть решена графическим способом.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

|   |  |
|---|--|
| Учебная аудитория № 212<br>(170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35) | Набор учебной мебели, меловая доска, мультимедийный комплекс "I - Lerner .ru" в составе: проектор Epson EB -575 Wi, маркерная доска, панель управления Epson ELPCB02, запасная лампа, запасной фильтр для проектора. |
|---|--|

Для самостоятельной работы

|  |   |
|--|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся:<br>Компьютерный класс факультета ПМиК № 4б<br>(170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35) | Персональные ЭВМ (компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/DVD-RW+Монитор LG TFT 17" L1753S-SF silver – 24 шт.), мультимедийный проектор BenQ MP 724 с потолочным креплением и экран 1105, кондиционер General Climate – 2 шт., коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D, коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D- 2 шт. |
|--|---|

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

| №п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины  | Описание внесенных изменений                        | Реквизиты документа, утвердившего изменения                |
|-------|--|---|--|
| 1.    | 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 ученого совета факультета |
| 2.    | I. 3. Объем  | Выделение часов                                     | От 29.10.2020 года,  |



|  |            |                               |  |
|--|------------|-------------------------------|--|
|  | дисциплины | на практическую<br>подготовку | протокол № 3<br>ученого совета<br>факультета |
|--|------------|-------------------------------|--|