

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Павлова Людмила Станиславовна
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 21.11.2025 14:56:17
Уникальный программный ключ:
d1b168d67b4d7601372f8158b54869a0a60b0a21

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

Рассмотрено и рекомендовано
на заседании Ученого совета
факультета прикладной математики
и кибернетики протокол №_3_ от 30.10.2025

«УТВЕРЖДАЮ»:

Руководитель ООП

 /С.М.Дудаков /

«30» октября 2025 года



Программа государственной итоговой аттестации

Аттестационное испытание

«Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»

Направление подготовки

01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль)

Системный анализ

Тверь 2025 г.

II. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Экзамен является междисциплинарным, проводится в соответствии с графиком учебного процесса. Цель экзамена - проверка овладения выпускником основных компетенций, требуемых в профессиональной деятельности.

Экзамен включает задания по следующим дисциплинам:

- 1. Многокритериальные модели выбора решений в условиях неопределенности.**
- 2. Системный анализ.**
- 3. Методы математического моделирования.**
- 4. Современные проблемы математики и информатики.**

Экзамен проводится в письменной форме.

При необходимости допускается проведение государственного экзамена с применением ЭО и ДОТ в соответствии с «Положением о проведении государственной итоговой аттестации по основным образовательным программам бакалавриата, магистратуры, специалитета в ТвГУ.

Экзаменационные задания составлены в соответствии с перечнем необходимых компетенций. На экзамен выносятся по 2 задания по каждой дисциплине, включенной в итоговый экзамен. Время проведения экзамена - 4 часа.

Оценка результатов итогового государственного экзамена проводится на основе Положения, утвержденного деканом факультета.

Для объективной оценки уровня освоения компетенций выпускника тематика экзаменационных вопросов и заданий является комплексной и соответствует разделам учебных циклов.

Компетенции, уровень сформированности которых будет оцениваться на экзамене:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

4 семестр, экзамен, зет 3, всего 108, контактные 6, с/р 75+27 контроль, лекция 6. Компетенции: ОПК -1.1, 1.2, 1.3, ПК —1.1, 1.2, 1.3, 1.4.

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментально	ОПК-1.1 Оценивает актуальность математических задач ОПК-1.2 Решает задачи фундаментальной математики ОПК-1.3 Решает задачи прикладной математики

прикладной математики	
ПК-1 Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи и выделяет актуальные проблемы ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи ПК-1.3 Обосновывает выбор, совершенствует или разрабатывает новый метод решения задачи ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов научных исследований

Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания.

Максимальная оценка за каждую задачу составляет 1 балл.

Дискретизация

данной оценки составляет 0.1 балла.

Результат решения каждой задачи оценивается следующим образом:

- при решении задачи получен правильный ответ, решение изложено полно и правильно, в логической последовательности, точно используется профессиональная терминология - 1 балл;
- решение задачи изложено полно, в логической последовательности, точно используется профессиональная терминология, но допущены незначительные погрешности - максимальный балл уменьшается на 0.1 балла за каждую незначительную погрешность, но суммарно оценка не может быть меньше, чем 0.6 балла;
- решение задачи изложено частично, материал излагается в целом грамотно с использованием профессиональной терминологии, но допущены существенные неточности - максимальный балл уменьшается до 0.5 балла и снимается дополнительно по 0.1 балла за каждую существенную неточность, но суммарно оценка не может быть меньше, чем 0.2 балла;
- решение отсутствует или материал излагается непоследовательно, изложение решения демонстрирует непонимание сущности - 0 баллов.

Баллы за решение задач суммируются, и итоговая оценка выставляется в зависимости от суммы набранных баллов:

диапазон набранных баллов	оценка
< 2,0	неудовлетворительно
[2,0; 4,0]	удовлетворительно
[4,1; 6,0]	хорошо

[6,1; 8,0]	отлично
------------	---------

При оценке уровня сформированности компетенций:
Пороговый - соответствует оценке «удовлетворительно»
Достаточный - соответствует оценке «хорошо»
Продвинутый - соответствует оценке «отлично».

Перечень вопросов, литература для подготовки к экзамену

1. Многокритериальные модели выбора решений в условиях неопределенности.

1. Основные понятия: исходная модель задачи принятия решений, функция выбора, критерий, субъекты, участвующие в процессе принятия решений и их роль. Примеры.
2. Классификация задач принятия решений по степени исходной информированности об их компонентах, по числу учитываемых свойств решений, по степени определенности последствий решений.
3. Классификация моделей принятия решений.
Многокритериальные модели принятия решений в условиях определенности.
4. Априорные модели выбора решений.
5. Понятие оптимальности по бинарному отношению. Нормальные функции выбора и их свойства. Отношение Парето; Парето-оптимальные решения.
6. Классы функций выбора. Утверждение о связи нормальных функций выбора с классами функций, удовлетворяющих условиям наследования и согласия.
7. Функция выбора, реализующая метод идеальной точки, и ее свойства. Модель выбора решений с учетом числа доминирующих критериев и ее свойства. Турнирная функция выбора.
8. Апостериорные модели выбора решений.
9. Аксиомы рационального поведения ЛППР в многокритериальных задачах выбора. Теорема существования многокритериальной функции полезности. Формулировка задачи построения многокритериальной функции полезности.
10. Понятия условного предпочтения, независимости и взаимонезависимости критериев по предпочтению. Теорема существования аддитивной

11. многокритериальной функции полезности. Теорема об ослаблении условий независимости по предпочтению и ее следствие.
12. Вид и алгоритм выявления информации о предпочтениях ЛПР на многокритериальных альтернативах (задача компенсации и алгоритм ее решения). Общая схема построения многокритериальной функции полезности.
13. Примеры многокритериальных задач и иллюстрация процесса и методов их решения с использованием апостериорных моделей.
14. Адаптивные модели выбора решений.
15. Алгоритм выявления градиентного направления на основе решения задачи компенсации.
16. Интерактивные градиентные методы оптимизации неизвестной функции полезности.

Модели принятия решений в условиях неопределенности.

17. Априорные однокритериальные модели принятия решений в условиях полной неопределенности. Модели чрезмерного пессимизма (Вальда) и чрезмерного оптимизма. Модель оптимизма-пессимизма (Гурвица). Модель наименьшего сожаления или риска (Сэвиджа).
18. Априорные однокритериальные модели принятия решений в условиях стохастической неопределенности (риска). Модель максимума ожидаемого выигрыша. Модель минимума среднего риска. Модель выбора решений при “частично” известном вероятностном распределении исходов.
19. Апостериорные однокритериальные модели принятия решений.
20. Лотерея, двузначная лотерея, лотерея 50 на 50, лотерея с опорной точкой. Ожидаемый выигрыш, ожидаемая полезность, детерминированный эквивалент лотереи, надбавка за риск к лотерее.
21. Аксиомы рационального поведения ЛПР. Теорема о существовании однокритериальной функции полезности. Формулировка задачи построения однокритериальной функции полезности.
22. Понятия склонности и несклонности ЛПР к риску. Свойства выпуклости (вогнутости) функций полезности склонного (несклонного) к риску ЛПР. Теоремы об отношениях между ожидаемым выигрышем лотереи и ее детерминированным эквивалентом для склонного и несклонного к риску ЛПР. Теорема о знаке надбавки за риск для склонного и несклонного к риску ЛПР.

23. Стратегически эквивалентные функции полезности. Теорема о связи стратегически эквивалентных функций полезности. Функция локальной несклонности к риску и ее свойства.
24. Определения безразличия, постоянной, убывающей и возрастающей несклонности и склонности ЛПР к риску. Теорема о классах стратегически эквивалентных функций полезности ЛПР, безразличного, постоянно несклонного и постоянно склонного к риску. Теорема о стратегически эквивалентных функциях полезности, отражающих убывающую несклонность к риску.
25. Вид и алгоритм выявления информации о предпочтениях ЛПР, используемой для построения однокритериальной функции полезности. Вид функционала близости предпочтений ЛПР и предпочтений, порождаемых функцией. Общая схема построения одномерной (однокритериальной) функции полезности.
26. Априорные и апостериорные многокритериальные модели принятия решений в условиях неопределенности. Обобщения априорных моделей в условиях полной и стохастической неопределенности на многокритериальный случай. Обобщения апостериорных моделей в условиях стохастической неопределенности на многокритериальный случай.

Литература

Основная литература:

1. Харитонов И. В. Основы теории принятия управленческих решений: учебник / И.В. Харитонов; Филиал в г. Коряжме Архангельской области, Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - Архангельск: САФУ, 2015. - 155 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bibhoclub.rikindex.php?page=book&id=436414>
2. Болодурина И. Системный анализ: учебное пособие / И. Болодурина, Т. Тарасова, О. Арапова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 193 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259157>

Дополнительная литература:

1. Грызина Н.Ю. Математические методы исследования операций в экономике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Ю. Грызина, И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина. — Электрон, текстовые данные. — М.:

- Евразийский открытый институт, 2009. — 196 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10773.html>.
2. Ржевский С.В. Исследование операций [Электронный ресурс]: учеб, пособие — Электрон, дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/32821>.
 3. Горлач Б. А. Исследование операций: учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211085> (дата обращения: 10.10.2023).

2.Системный анализ

Основные понятия теории систем.

1. Система, подсистема, сложная система, классификация систем.
2. Формы представления систем.
3. Свойства систем.
4. Декомпозиция и агрегирование систем.
5. Классификация систем по способу преобразования входных воздействий.
6. Анализ и синтез как основные методы исследования систем.
7. Способы исследования систем.
8. Исследование систем методами операционного исчисления.
9. Преобразование Лапласа и его свойства.
10. Передаточная функция системы.
11. Операционные уравнения.
12. Типы элементарных звеньев в системах.
13. Передаточные функции элементарных звеньев.
14. Схема исследования систем с использованием преобразования Лапласа. **Моделирование сложных систем.**
15. Классификация систем с точки зрения учета динамики процессов в них.
16. Динамические преобразователи. Преобразователи запаздывания и задержки.
17. Имитационное моделирование сложных систем.
18. Метод статистических испытаний. Метод обратной функции.
19. Оценка характеристик системы на ее имитационной модели.

Информационные аспекты исследования сложных систем.

20. Основные понятия теории информации.
21. Энтропия системы и количество информация.
22. Относительная энтропия.
23. Схема передачи информации между системами.
24. Способы кодирования информации.
25. Способы кодирования, исправляющие ошибки. **Надежность систем.**
26. Различные подходы к определению надежности системы.

27. Связь надежности системы с надежностью ее подсистем.
28. Типы резервирования в системах.

Литература

Основная литература:

1. Харитонов, И. В. Основы теории принятия управленческих решений: учебник / И. В. Харитонов; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Филиал в г. Коряжме Архангельской области. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2015. – 155 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436414> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Киселев, А. А. Принятие управленческих решений: учебник для магистратуры: [16+] / А. А. Киселев. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 182 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562648> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Заграновская, А. В. Системный анализ: учебное пособие для вузов / А. В. Заграновская, Ю. Н. Эйссер. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13893-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519739> (дата обращения: 10.10.2023).
4. Кузнецов, В. В. Системный анализ: учебник и практикум для вузов / В. В. Кузнецов, А. Ю. Шатраков ; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16199-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530604> (дата обращения: 10.10.2023).
5. Болодурина, И. П. Системный анализ: учебное пособие / И. П. Болодурина, Т. Тарасова, О. С. Арапова; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. – 193 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259157> (дата обращения: 10.10.2023).

Дополнительная литература:

1. Грызина, Н. Ю. Математические методы исследования операций в экономике: учебное пособие / Н. Ю. Грызина, И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. — Москва: Евразийский открытый институт, 2009. — 196 с. — ISBN 978-5-374-00071-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/10773.html> (дата обращения: 10.10.2023).

2. Ржевский, С. В. Исследование операций: учебное пособие / С. В. Ржевский. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1480-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213248> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Горлач Б. А. Исследование операций: учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211085> (дата обращения: 10.10.2023).

3.Методы математического моделирования

1. Предмет и задачи курса. Принципы и методы математического
2. моделирования
3. Модели социально-демографических процессов
4. Эконометрические модели первичного и вторичного рынка жилья
5. Построение моделей ценообразования
6. Моделирование оптимального заказа.
7. Моделирование закупок магазина

Литература

Основная литература:

1. Математическое и имитационное моделирование: учебное пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 227 с. — [Электронный ресурс].—Режим доступа: <http://znanium.com/go.php7icH811122>
2. Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления: учебно-практическое пособие / Б.И. Решмин. - Москва-Вологда: ИнфраИнженерия, 2016. - 74 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-59729-0120-3; [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444174>
3. Садовникова, Н.А. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / Н.А. Садовникова, Р.А. Шмойлова. - М.: Московский финансовопромышленный университет «Синергия», 2016. - 152 с. - (Университетская серия). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4257-0204-3; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429533>

Дополнительная литература:

1. Айвазян, С. А. Эконометрика - 2: продвинутый курс с приложениями в финансах: Учебник / С.А. Айвазян, Д. Фантацини: Московская школа экономики МГУ им. М.В. Ломоносова (МШЭ). - Москва: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 944 с. ISBN 978-5-9776-0333-. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/472607>
2. Интеллектуальный анализ временных рядов [Электронный ресурс]:

- Учебное пособие / Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 160 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=249314>
3. Тимофеев В.С. Эконометрика [Электронный ресурс]: учебник / В.С. Тимофеев, А.В. Фаддеенков, В.Ю. Щеколдин. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 345 с.: табл., граф., схем., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр.: с. 306-312. - ISBN 978-5-7782-1222-0; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436285>
 4. Эконометрика [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Колемаев. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 160 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/RO.php?id=768143>

4.Современные проблемы математики и информатики.

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. Т-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.

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>.
2. 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?pl_1_id=67460

3. 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?pll cid=25&pll id=198>
4. 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.php7icH451160>
5. 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>

Примеры задач к квалификационному экзамену

Многокритериальные модели выбора решений в условиях неопределенности.

Дано:

- множество $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ возможных решений многокритериальной задачи;

- число учитываемых критериев (свойств) решений при их анализе и выборе равно $m = 4$;

- многокритериальные (векторные) оценки решений равны $f(x_1) = (27, 93, 17, 44)$; $f(x_2) = (19, 92, 34, 40)$; $f(x_3) = (41, 92, 34, 41)$; $f(x_4) = (40, 90, 34, 41)$.

Найти: построить граф отношения Парето (P) на множестве X и выделить в нем Парето-оптимальные решения с использованием функции выбора C^p (предварительно дать определения отношения Парето и функции C^p).

1. **Дано:** - множество возможных решений $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ в однокритериальной (по показателю прибыли) задаче выбора решений в условиях стохастической неопределенности;

- множество условий реализации решений $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$, содержащее четыре возможных варианта с заданными вероятностями $p_1 = 0.2, p_2 = 0.2, p_3 = 0.5, p_4 = 0.1$ их наступления;

- оценки $f_{i,j} = f(x_j, s_i)$, $i = \overline{1,4}; j = \overline{1,4}$ решений по учитываемому критерию заданы матрицей последствий

$F =$

$$\pi\{a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1\} \geq 1/2,$$

$$v\{a_{21}x_1 - a_{22}x_2 \geq b_2\} \geq 1/4,$$

$$x_1, x_2 \geq 0,$$

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

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

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

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 α уровневое множество при $\alpha = 0.7$.

Приложение 1

Оценочный лист
уровня сформированности компетенций, продемонстрированных
студентом _____
(Ф.И.О.)
на государственном экзамене
по направлению 01.04.02 – Прикладная математика и информатика,
профиль «Системный анализ»

код	Перечень проверяемых компетенций	Уровень сформированности компетенций		
		пороговый	достаточный	продвинутый
		удовлетвор.	хорошо	отлично
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики			
ПК-1	Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области профессиональной деятельности			
Итоговая оценка: уровень сформированности компетенций				

Председатель:

(Ф.И.О.)

(подпись)

Члены:

(Ф.И.О.)

(подпись)

Дата