

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математического анализа



С.А. Шабров

17.04.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05 Элементы теории нелинейного программирования

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.04.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

*Математические методы и компьютерные технологии в естествознании, экономике
и управлении*

3. Квалификация выпускника: Магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра математического анализа

6. Составители программы: Колесникова Инна Викторовна, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математического анализа

7. Рекомендована: Научно-методическим Советом математического факультета, протокол от 28.03.2024 №0500-03

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели изучения дисциплины:

Формирование комплекса знаний по теории и практике нелинейного программирования; освоение технологии прогнозирования экономических показателей с помощью статистических методов; получение навыков использования программных продуктов для целей прогнозирования; знакомство с опытом использования моделей и методов прогнозирования, как в России, так и за рубежом, приобретение навыков самостоятельного и творческого использования полученных знаний в практической деятельности.

Задачи дисциплины:

Выбирать модель/метод нелинейного программирования на основе качественного анализа объекта исследования; строить на основе описания ситуаций модели прогнозирования; оценивать качество построенных моделей с точки зрения их адекватности фактическим данным; прогнозировать на основе построенных моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений; представлять результаты работы в виде выступления, аналитического отчета.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Элементы теории нелинейного программирования» является обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» (магистратура).

Дисциплина «Теория нелинейного программирования» тесно связана с такими дисциплинами как «Теория вероятностей», «Математическая статистика». Она предполагает формирование у студентов навыков актуарных расчетов, направлена на изучение и систематизацию наиболее типичных и массовых явлений в теории принятия решений, а также на изучение их динамики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|------|--|--------|--|--|
| ПК-1 | Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области математического моделирования физических и экономических процессов методами ма- | ПК-1.3 | Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий | <p>Знать: терминологию прогнозирования; виды моделей и методов, используемых для прогнозирования в экономике</p> <p>Уметь: выбирать модель/метод прогнозирования на основе качественного анализа объекта исследования; строить на основе описания ситуаций модели прогнозирования; оценивать качество построенных моделей с точки зрения их адекватности фактическим данным; прогнозировать на основе построенных моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений, представлять результаты работы в виде выступления, аналитического от-</p> |

| | | | | |
|------|--|--------|---|--|
| | тематического анализа, а также реализовывать соответствующие математические алгоритмы программно | | | чета Владеть: навыками самостоятельной работы по организации и проведению процесса прогнозирования |
| ПК-3 | Способен осуществлять разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок | ПК-3.3 | Имеет практический опыт методической и экспертной работы в области математики и информатики | Знать: терминологию прогнозирования; виды моделей и методов, используемых для прогнозирования в экономике, области их применения; программные продукты, которые используют для разработки прогнозов; место задач прогнозирования в информационно-аналитических системах, опыт их решения в подобных системах; отечественный и зарубежный опыт использования методов прогнозирования Уметь: строить математические модели изучаемых систем; решать задачи, используя аналитические методы и программные средства Владеть: навыками спецификации и идентификации моделей прогнозирования; навыками построения моделей прогнозирования с использованием современных программных продуктов; навыками самостоятельной работы по организации и проведению процесса прогнозирования |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | | Всего | По семестрам | |
| | | | 2 семестр | № семестра |
| Контактная работа | | 28 | 28 | |
| в том числе: | лекции | 14 | 14 | |
| | практические | 14 | 14 | |
| | лабораторные | | | |
| Самостоятельная работа | | 44 | 44 | |

| | | | | |
|---------------------------------------|----|----|--|--|
| в том числе: курсовая работа (проект) | | | | |
| Форма промежуточной аттестации | | | | |
| Итого: | 72 | 72 | | |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|--------------------------------|---|--|---|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Начала нелинейного программирования | Типология прогнозов. Классификация методов прогнозирования. Характеристика задач прогнозирования в информационно-аналитических системах. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |
| 1.2 | Статистические модели и методы исследования | Методы прогнозирования путем прямой экстраполяции по временному ряду. Адаптивные методы прогнозирования по временному ряду. Прогнозирование на основе модели авторегрессии интегрированного скользящего среднего. Прогнозирование с использованием многофакторных регрессионных моделей. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |
| 1.3 | Экспертные методы теории нелинейного программирования | Введение в экспертное прогнозирование. Прогнозирование с использованием метода Дельфи. Прогнозирование с помощью сценарного метода. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |
| 2. Практические занятия | | | |
| 2.1 | Начала нелинейного программирования | Терминология прогнозирования. Типология прогнозов. Классификация методов прогнозирования. Характеристика задач прогнозирования в информационно-аналитических системах. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |
| 2.2 | Статистические модели и методы исследования | Методы прогнозирования путем прямой экстраполяции по временному ряду. Адаптивные методы прогнозирования по временному ряду. Прогнозирование на основе модели авторегрессии интегрированного скользящего среднего. Прогнозирование с использованием многофактор- | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |

| | | | |
|-----|---|---|---|
| | | ных регрессионных моделей. | |
| 2.3 | Экспертные методы теории нелинейного программирования | Введение в экспертное прогнозирование. Прогнозирование с использованием метода Дельфи. Прогнозирование с помощью сценарного метода. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329 |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|-------|---|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Начала нелинейного программирования | 4 | 4 | | 10 | 18 |
| 2 | Статистические модели и методы исследования | 4 | 4 | | 12 | 20 |
| 3 | Экспертные методы теории нелинейного программирования | 6 | 6 | | 22 | 34 |
| | Итого: | 14 | 14 | | 44 | 72 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся. На лекциях рассказывается теоретический материал, на практических занятиях решаются задачи по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях.

При изучении курса «Элементы теории нелинейного программирования» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

3. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке.

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий (лекций и практических занятий) и активную работу на них, но и самостоятельную учебную деятельность в семестрах, на которую отводится 44 часа.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по дисциплине «Элементы теории нелинейного программирования» предполагает изучение рекомендуемой преподавателем литературы по вопросам лекционных и практических занятий (приведены выше), самостоятельное освоение понятийного аппарата и подготовку к текущим аттестациям (выполнению практических заданий) (примеры см. ниже).

Вопросы лекционных и практических занятий обсуждаются на занятиях в виде устного опроса – индивидуального и фронтального. При подготовке к лекционным и практическим занятиям, обучающимся важно помнить, что их задача, отвечая на основные вопросы плана занятия и дополнительные вопросы преподавателя, показать свои знания и кругозор, умение логически построить ответ, владение математическим аппаратом и иные коммуникативные навыки, умение отстаивать свою профессиональную позицию. В ходе устного опроса выявляются детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными студентами в ходе учебных занятий. Тем самым опрос выполняет важнейшие обучающую, развивающую и корректирующую функции, позволяет студентам учесть недоработки и избежать их при подготовке к промежуточным аттестациям.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания (выполнение практических заданий) подлежат последующей проверке преподавателем. Результаты текущих аттестаций учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (2 семестр – зачет).

В случае необходимости перехода на дистанционный режим обучения используется электронный курс «Элементы теории нелинейного программирования» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6329#section-10>) на портале «Электронный университет ВГУ».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Городецкий С. Ю. Лекции по нелинейному математическому программированию: Учебно-методическое пособие — Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2020. — 173 с. https://e.lanbook.com/book/144696 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 2 | Саркисян, С. А. Теория прогнозирования и принятия решений : учебное пособие / С. А. Саркисян [и др.]— Москва : Высшая школа, 1977 .— 351 с. |
| 3 | Грешилов, А. А. Математические методы построения прогнозов / А. А. Грешилов, В. А. Стакун, А. А. Стакун. — М. : Радио и связь, 1997. — 112 с. |
| 4 | Кузнецов Ю. А., Семенов А. В. Основы нелинейного программирования: Учебно-методическое пособие. — Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2022. — 48 с. https://e.lanbook.com/book/283082 |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

| № п/п | Ресурс |
|-------|--------|
|-------|--------|

| | |
|---|---|
| 5 | Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/) |
| 6 | http://www.machinelearning.ru/ - профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы обучающихся является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа учащихся способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Осуществляется интерактивная связь с преподавателем через сеть интернет, проводятся индивидуальные онлайн консультации.

Перечень необходимого программного обеспечения : Microsoft Windows Server 2008, Microsoft Windows 10 Enterprise 64 bit, Android, программный пакет LibreOffice 6 (*Calc (электронные таблицы)*)).

В самостоятельной работе обучающиеся используют ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ (электронный каталог: <http://www.lib.vsu.ru>)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория: специализированная мебель

Компьютерный класс: специализированная мебель, маркерная доска, персональные компьютеры

Ubuntu (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ubuntu.com/download/desktop>);
LibreOffice (GNU LesserGeneralPublicLicense (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>);

Denwer (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <http://www.denwer.ru/faq/other.html>);

MozillaFirefox (MozillaPublicLicense (MPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.mozilla.org/en-US/MPL/>);

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|-------|--|------------------|-------------------------------------|---|
| 1. | Начала нелинейного программирования | ПК - 1 | ПК - 1.3 | Промежуточная аттестация – зачет, Устный опрос |
| 2. | Статистические модели и методы | ПК – 1 ПК – 3 | ПК – 1.3 ПК – 3.3 | Промежуточная аттестация – зачет, Лабораторная работа 1 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|------------------|-------------------------------------|---|
| | исследования | | | |
| 3. | Экспертные методы теории нелинейного программирования | ПК – 1 ПК – 3 | ПК – 1.3 ПК – 3.3 | Промежуточная аттестация – зачет, Лабораторная работа 2 |
| Промежуточная аттестация форма контроля - зачет | | | | Лабораторные работы |

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме *устного опроса и лабораторной работы*.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

20.2 Промежуточная аттестация

Собеседование по вопросам к зачету:

1. Прогнозирование методом авторегрессии для различных экономических задач
2. Проверка гипотезы о равенстве долей для двух групп.
3. Многофакторный анализ, многофакторная регрессия
4. Вычисление мер центральной тенденции и мер изменчивости для различных выборок.
5. Классификация методов прогнозирования
6. Прогнозирование методов наименьших квадратов
7. Адаптивные методы прогнозирования по временному ряду.
8. Прогнозирование на основе модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего.
9. Прогнозирование с использованием метода Дельфи.
10. Прогнозирование с помощью сценарного метода.

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|--|--------------------------------------|--------------|
| Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области теории прогнозирования | Повышенный уровень | Зачтено |
| Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на основные и дополнительные вопросы | Пороговый уровень | Не зачтено |

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

1.

Если СНАУ составлена из первых производных целевых функций по всем переменным, то точка, являющаяся решением такой СНАУ, называется

Ответы

- а) критической;
- б) (правильный ответ) стационарной;
- в) рекуррентной.

2.

Пусть функция $\Phi(u)$ дважды непрерывно дифференцируема. Тогда достаточным условием того, чтобы стационарная точка u^* была точкой локального минимума, является

Ответы

- а) (правильный ответ) положительная определенность матрицы Гессе;
- б) локальная детерминация матрицы Грамма;
- в) структурная обусловленность коэффициентов матрицы Коши.

3.

В задаче нелинейного программирования: «Найти условный экстремум функции $f = 6 - 4x_1 - x_2$, если $x_1^2 + x_2^2 = 1$ » частная производная функции Лагранжа по переменной x_1 равна

Ответы

-4

4.

Применение теоремы Куна-Таккера для решения задачи квадратичного программирования позволяет воспользоваться:

Ответы

- а) симплексным методом;
- б) (правильный ответ) функцией Лагранжа;
- в) сетевым планированием;
- г) методом потенциалов;
- д) градиентным методом.

5.

При решении задачи выпуклого программирования в стационарной точке второй дифференциал $d^2L < 0$, следовательно, в этой точке функция имеет:

Ответы

- а) (правильный ответ) условный максимум;
- б) условный минимум;
- в) локальный максимум;
- г) разрыв.

6.

Как называется точка выпуклой (вогнутой) области, для которой сколь угодно малая окрестность содержит только точки данной области

Ответы

- а) граничная точка;
- б) (правильный ответ) внутренняя точка;
- в) угловая точка.

Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

1) Задания закрытого типа (выбор одного варианта ответа, верно/неверно):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

2) Задания закрытого типа (множественный выбор):

- 2 балла – указаны все верные ответы;
- 0 баллов — указан хотя бы один неверный ответ.

3) Задания закрытого типа (на соответствие):

- 2 балла – все соответствия определены верно;
- 0 баллов – хотя бы одно сопоставление определено неверно.

4) Задания открытого типа (короткий текст):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

5) Задания открытого типа (число):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).