МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | В.П. Гергель |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Системный анализ** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

|  |
| --- |
| **01.03.02 Прикладная математика и информатика** |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Прикладная математика и информатика (общий профиль)** |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очная** |

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Курс Б1.В.14 «Системный анализ» относится к вариативной части ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и является обязательной для освоения на 4-м курсе в 8-м семестре.

**Целями освоения дисциплины** являются: ознакомление студентов с фундаментальными понятиями и основными определениями многокритериальной оптимизации, методами решения многокритериальных задач и задач выбора, когда цели создаются с помощью связанных с ними бинарных отношений.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ***ОК-4***  способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности  (завершающий этап) | ***Знать***  *З1(ОК-4) понятия и утверждения дисциплины «Системный анализ»*  ***Уметь***  *У1(ОК-4) формулировать задачи выбора в терминах целей, средств и результатов для различных предметных областей, с учётом экономических и правовых знаний*  *У2(ОК-4) решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным в области системного анализа, использовать принципы оптимальности при решении конкретных задач;*  *У3(ОК-4) доказывать ранее изученные математические утверждения;*  *проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;*  ***Владеть***  *В1(ОК-4) численными методами решения многокритериальных задач оптимизации и задач выбора, когда цели задаются с помощью связанных с ними отношений предпочтений;* |
| ***ПК-1***  способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям  (завершающий этап) | ***Знать***  *З1(ПК-1) методы сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований.*  ***Уметь***  *У1(ПК-1) формировать выводы по научным исследованиям.*  ***Владеть***  *В1(ПК-1) опытом формирования выводов по научным исследованиям.* |

1. **Структура и содержание дисциплины «Системный анализ»**

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых **21** час составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

20 часов занятия лекционного типа;

1 час – мероприятия промежуточной аттестации

**51** час составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего,часы** | в том числе | | | | | | | |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы** | | | | | **Самостоятельная работа студента, часы** | | |
| **Занятия лекцион-ного типа** | **Практи-ческие занятия** | **Лабора-торные** |  | **Всего контактных часов** | **СРС** |  |  |
| **Задачи системного анализа как методология постановок и решения задач выбора (принятия решений).**  *Структура задачи принятия решений, определяемая методологией системного анализа. Природа многокритериальности в задачах принятия решений. Примеры многокритериальных задач оптимизации.* | 8 | 4 |  |  |  | 4 | 4 |  |  |
| **Задачи оптимизации со многими критериями оптимальности.**  *Эффективные и слабо эффективные стратегии (точки). Теорема существования эффективных точек. Множество Парето. Способы отыскания эффективных точек. Обобщенная функция цели. Скаляризация векторного критерия оптимальности при наличии дополнительной информации о важности частных критериев. Минимальное свойство эффективных стратегий. Дифференциальные условия эффективности стратегий в бикритериальной задаче.Понятие приближенно эффективных стратегий в задаче многокритериальной оптимизации и алгоритмы их отыскания. Вопросы сходимости множества приближенно эффективных точек к множеству эффективных точек.* | 32 | 8 |  |  |  | 8 | 24 |  |  |
| **Задача принятия решений при задании целей с помощью связанных с ними бинарных отношений предпочтений.**  *Структура «доминирование-безразличие». Выявление предпочтений. Принцип недоминируемости. Принцип Неймана-Моргенштерна. Понятие ядра отношения. Алгоритм выделения ядра. Принцип «грубого» ранжирования. Алгоритм выделения контуров графа бинарного отношения. Принцип «тонкого» ранжирования. Понятие предельного вектора, связь с числом Перрона-Фробениуса матрицы бинарного отношения.* | 31 | 8 |  |  |  | 8 | 23 |  |  |
| **В т.ч. текущий контроль** | 2 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация - зачет** | | | | | | | | | |

1. **Образовательные технологии**

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций и практических занятий.

**Лекция.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**
2. **Виды самостоятельной работы студентов:**
   * выполнение домашних практических заданий.
3. **Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля:**
   * Коротченко А.Г., Сморякова В.М., Чернышова Н.Н. Принципы оптимальности в задачах принятия решений. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015, 44 с., <http://www.unn.ru/books/met_files/opt.docx>, ( Регистрационный номер 944.15.08 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета )
   * Коротченко А.Г., Е.А. Кумагина В.М. Сморякова Введение в многокритериальную оптимизацию. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017, 55 с., <http://www.unn.ru/books/met_files/opt.docx>, (Регистрационный номер 1429.17.09 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета )

с. **Список домашних практических заданий**

*Практические задания для формирования компетенции ОК-4*

Задание 1.

1. Сформулировать задачу планирования выпуска товара в терминах целей, средств и результатов с учётом требований, предъявляемых к ресурсам необходимым для выпуска товара и с интерпретацией этих требований с точки зрения выполнения экономических и правовых ограничений.
2. С помощью метода бальных оценок на заданном множестве различных моделей смартфонов задать бинарное отношение предпочтения при условии, что каждая модель описывается набором характеристик (требований), в том числе имеющих правовую основу. Для построения отношений предпочтения сформулировать решающее правило.

Задание 2.

1. Решить задачу ранжирования для отношения, заданного на множестве  матрицей доминирования безразличия



1. Найти ядро отношения  на множестве .

*Практические задания для формирования компетенции ПК-1*

Задание 1.

1. Построить множество всех эффективных стратегий в задаче



1. Найти множество эффективных векторов и эффективных стратегий в задаче



Задание 2.

1. Построить множество всех эффективных стратегий в задаче



1. Найти множество эффективных и слабоэффективных стратегий в задаче



d. **Список вопросов для контроля по разделам дисциплины**

**Раздел. Задачи системного анализа как методология постановок и решения задач выбора (принятия решений)**

1. Формулировка задачи системного анализа в терминах целей, средств и результата.
2. Примеры моделей задач принятия и выбора решений.

**Раздел. Задачи оптимизации со многими критериями оптимальности**

1. Эффективные и слабоэффективные стратегии. Теорема существования эффективных стратегий.
2. Структура множества эффективных и слабоэффективных векторов.
3. Метод скаляризации векторного критерия на примере аддитивной функции.
4. Метод скаляризации векторного критерия на примере функции максимума.
5. Бикритериальная задача о ранце и метод динамического программирования для ее решения.
6. Приближенно эффективные точки, метод их отыскания. Теорема сходимости множества приближенно эффективных точек к множеству эффективных точек.

**Раздел. Задачи принятия решений при задании целей с помощью связанных с ними бинарных отношений предпочтений**

1. Структура доминирование-безразличие и ее задание одним отношением предпочтения.
2. Способы задания предпочтений.
3. Алгоритм выделения контуров графа.
4. Отношение порядка, диаграмма упорядоченного множества, максимальный и наибольший элементы. Связь с принципом недоминируемости.
5. Понятие ядра отношения. Решение по Нейману-Моргенштерну. Алгоритм выделения ядра.
6. Факторизация отношения квазипорядка по его симметричной части. Связь с задачей ранжирования.
7. Задача ранжирования объектов при заданном линейном транзитивном отношении предпочтения.
8. Задача грубого ранжирования.
9. Понятие предельного вектора и способы его отыскания.
10. Задача тонкого ранжирования.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

*6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования*

*Оценка уровня формирования компетенции ОК-4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Индикаторы компетенции** | **Критерии оценивания (дескрипторы)** | **Шкала оценивания** |
| ***ОК-4*** способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности  ***Знать***  *З1(ОК-4) понятия и утверждения дисциплины «Системный анализ»*  ***Уметь***  *У1(ОК-4) формулировать задачи выбора в терминах целей, средств и результатов для различных предметных областей, с учётом экономических и правовых знаний*  *У2(ОК-4) решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным в области системного анализа, использовать принципы оптимальности при решении конкретных задач;*  *У3(ОК-4) доказывать ранее изученные математические утверждения;*  *проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;*  ***Владеть***  *В1(ОК-4) численными методами решения многокритериальных задач оптимизации и задач выбора, когда цели задаются с помощью связанных с ними отношений предпочтений;* | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | **Плохой уровень формирования компетенции.**  0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией | **Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.**  20-49 баллов –«Неудовлетворительно» |
| Знать основные определения и понятия дисциплины «Системный анализ» с рядом заметных погрешностей  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ» с рядом негрубых ошибок.  Владеть методами решения многокритериальных задач оптимизации и задач выбора, когда цели задаются с помощью связанных с ними отношений предпочтений | **Удовлетворительный уровень формирования компетенции.**  50-59 баллов -«Удовлетворительно» |
| Знать основные определения и понятия дисциплины «Системный анализ»  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ» с незначительными погрешностями.   Владеть большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | **Хороший уровень формирования компетенции.**  60-79 баллов - «Хорошо» |
| Знать основные определения и понятия, формулировки основных теорем теории оптимизации с незначительными погрешностями  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | **Очень хороший уровень формирования компетенции**  80-89 баллов - «Очень хорошо» |
| Знать основные определения и понятия, формулировки основных теорем теории оптимизации без ошибок и погрешностей  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | **Отличный уровень формирования компетенции**  90-99 баллов - «Отлично» |
| Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей   Уметь свободно решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях | **Превосходный уровень формирования компетенции**  100 баллов - «Превосходно» |

*Оценка уровня формирования компетенции ПК-1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Индикаторы компетенции** | **Критерии оценивания (дескрипторы)** | **Шкала оценивания** |
| ***ПК-1***  Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям  ***ЗНАТЬ***  *методы сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований.*  ***УМЕТЬ***  *формировать выводы по научным исследованиям.*  ***ВЛАДЕТЬ***  *опытом формирования выводов по научным исследованиям.* | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | **Плохой уровень формирования компетенции.**  0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией | **Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.**  20-49 баллов –«Неудовлетворительно» |
| Знать основные определения и понятия дисциплины «Системный анализ» с рядом заметных погрешностей  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ» с рядом негрубых ошибок.  Владеть методами решения многокритериальных задач оптимизации и задач выбора, когда цели задаются с помощью связанных с ними отношений предпочтений | **Удовлетворительный уровень формирования компетенции.**  50-59 баллов -«Удовлетворительно» |
| Знать основные определения и понятия дисциплины «Системный анализ»  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ» с незначительными погрешностями.   Владеть большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | **Хороший уровень формирования компетенции.**  60-79 баллов - «Хорошо» |
| Знать основные определения и понятия, формулировки основных теорем теории оптимизации с незначительными погрешностями  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | **Очень хороший уровень формирования компетенции**  80-89 баллов - «Очень хорошо» |
| Знать основные определения и понятия, формулировки основных теорем теории оптимизации без ошибок и погрешностей  Уметь решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | **Отличный уровень формирования компетенции**  90-99 баллов - «Отлично» |
| Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей   Уметь свободно решать математические задачи из курса «Системный анализ»  Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях | **Превосходный уровень формирования компетенции**  100 баллов - «Превосходно» |

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине «Системный анализ»

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачёта, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачёт проводится в форме тестов. Тесты размещены в системе электронного обучения ННГУ им. Н.И. Лобачевского, URL: <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1506> , для прохождения тестирования требуется авторизация.

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине «Системный анализ», характеризующих сформированность компетенций

***Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:***

* тестирование.

***Критерии оценки***

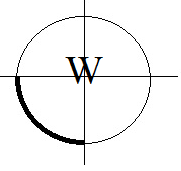
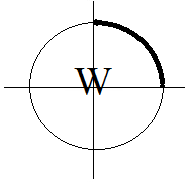
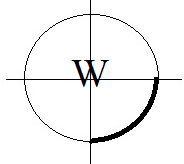
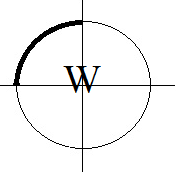
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Учебная(контрольная) активность | Баллы | Качественная оценка |
| * Тесты ср. балл 71-100 % | Более 60 | Зачтено |
| * Тесты ср. балл 0-70 %, | до 60 | Не зачтено |

* 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

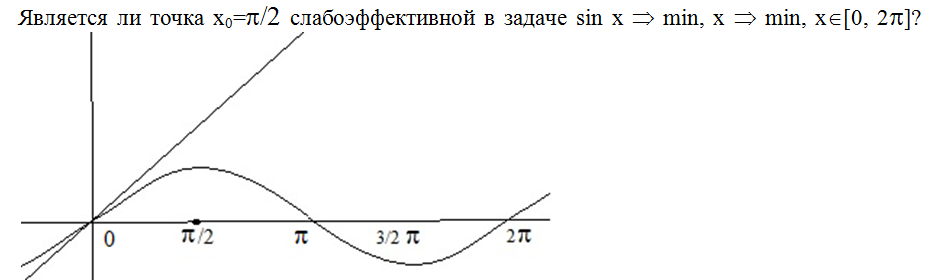
***Примеры тестовых заданий для оценки компетенций ОК-4 и ПК-1:***

1. На каком рисунке правильно изображено множество всех эффективных векторов P(W) множества W, если "лучше" понимается как "меньше"?

1. 2. 3. 4.



Ответ: 4.

2.

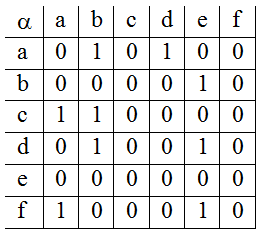
Ответ: нет.

3. Укажите заведомо верные утверждения.

1. Если W – компакт в Rm, то P(W) – компакт в Rm
2. Если W – выпуклое множество в R2, то P(W) – компакт в R2
3. Если W – выпуклый компакт в R2, то P(W) – компакт в R2
4. Если W – выпуклый компакт в R3, то P(W) – компакт в R3

Ответ: 3.

4.  Пусть отношение доминирования α задано на множестве А={ a, b, c, d, e, f} булевой матрицей

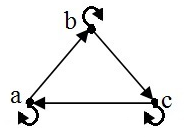
.

С – множество всех недоминируемых элементов множества А. Какие утверждения являются верными?

1. С = { b, c }
2. С = { a, c, f }
3. С = { c, f }
4. С = { f }

Ответ: 3.

1. Пусть на множестве A={a, b, c} отношение предпочтения ρ задано графом (А, ρ).



Обозначим через С – ядро отношения ρ. Какие утверждения являются верными?

1. С = {a, b, c}
2. С=∅
3. С={a}
4. С={b}

Ответ: 2.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, URL:

<http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

* 1. Коротченко А.Г., Сморякова В.М., Чернышова Н.Н. Принципы оптимальности в задачах принятия решений. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015, 44 с., <http://www.unn.ru/books/met_files/opt.docx>, ( Регистрационный номер 944.15.08 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета )
  2. Коротченко А.Г., Е.А. Кумагина В.М. Сморякова Введение в многокритериальную оптимизацию. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017, 55 с., <http://www.unn.ru/books/met_files/opt.docx>, ( Регистрационный номер 1429.17.09 фонда компьютерных изданий Нижегородского госуниверситета )

б) дополнительная литература:

1. Антонов А. В. - Системный анализ: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Информатика и вычисл. техника"– М.: Высшая школа, 2004, 2006.   
- 454 с. (102 экз).

в) Программное обеспечение и Интернет-Ресурсы

Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ http://www.unn.ru/books

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Автор доцент Коротченко А.Г.

Рецензент:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ИАНИ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.Х. Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 29 августа 2017 года, протокол № 20