

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт информационных технологий, математики и механики**  
(факультет / институт / филиал)

---

**УТВЕРЖДЕНО**  
президиумом Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

**Рабочая программа дисциплины**

**Математические модели процессов  
отбора**

*(наименование дисциплины (модуля))*

---

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

---

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

---

Направленность образовательной программы

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

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

---

Форма обучения

**очная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

---

Нижний Новгород

**2022 год приема**

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору), **Б1.В.ДВ.07.01**

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы                              | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД  |
|------------|---|--|
| 2          | Блок 1. Дисциплины (модули)<br>Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина <b>Б1.В.ДВ.07.01 Математические модели процессов отбора</b> , относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», формируемой участниками образовательных отношений. |

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции   |   | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|----------------------------------|
|   | Индикатор достижения компетенции*<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине**   |                                  |
| <b>ПК-4.:</b><br><br>Способен применять методы математического и компьютерного исследования при анализе задач на основе знаний фундаментальных математических и компьютерных наук | <b>ПК-4.1:</b> Знает фундаментальные и теоретические основы, необходимые для исследования научных проблем   | <b>Знать:</b><br>- понятия и утверждения дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»: процесс отбора, критерий поведения системы, объект оптимизации, критерий качества, оптимальное решение;<br>-методы постановки и решения оптимизационных задач, в частности методы решения оптимального управления системами на единичном симплексе при неограниченном времени управления. | Собеседование                    |
|   | <b>ПК-4.2.:</b> Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определять цели и задачи исследования, а также выбирать корректный метод исследования научной проблемы | <b>Уметь:</b><br>- использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»;<br>-решать оптимизационные задачи, в частности задачи оптимального управления с неограниченным временем управления.  | Практические задания             |

|  |   |   |                         |
|--|---|---|-------------------------|
|  | <b>ПК-4.3. Имеет</b><br>практический опыт<br>научно-исследовательской<br>деятельности, а именно<br>решения научных задач в<br>соответствии с<br>поставленной целью и<br>выбранной методикой | <b>Владеть:</b><br>-навыками формирования критерия<br>поведения системы на основе<br>анализа процессов отбора;<br>-навыками решения<br>оптимизационных задач. | Практические<br>задания |
|--|---|---|-------------------------|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

|  | Очная форма обучения |
|--|----------------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>                      | <b>3 ЗЕТ</b>         |
| <b>Часов по учебному плану</b>                 | <b>108</b>           |
| <b>в том числе</b>                             |                      |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> |                      |
| - занятия лекционного типа                     | 16                   |
| - занятия семинарского типа                    | 16                   |
| - занятия лабораторного типа                   | 0                    |
| - текущий контроль (КСР)                       | 2                    |
| <b>самостоятельная работа</b>                  | <b>38</b>            |
| <b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>      | <b>36</b>            |

#### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины  | Всего (часы) | В том числе   |                           |                            |       |   |
|--|--------------|---|---------------------------|----------------------------|-------|---|
|  |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них |                           |                            |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|  |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего |   |
| Тема 1. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации<br>Постановка оптимизационной задачи: множество альтернатив выбора и критерий качества. Условия корректности оптимизационной задачи. Существование и единственность решения. Критерий и порядок. Эквивалентность критериев. Проблема задания критерия. Пример определения критерия в задаче оптимального проектирования. | 7            | 2   | 2                         | 0                          | 4     | 3   |
| Тема 2. Статистический способ формирования критерия. Пример определения функции полезности для товара. Подходы Акофа, Моргерштейна, фон Неймана. Определение институциональной функции полезности  | 9            | 2   | 2                         | 0                          | 4     | 5   |

|   |            |           |           |   |           |           |
|---|------------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|
| по Портеру. Определение функции полезности в системе предприятий, конкурирующих за рынок сбыта..  |            |           |           |   |           |           |
| Тема 3. Проблемы, возникающие при формировании объективного критерия отдельной системой. Системный анализ о критериях поведения системы. Объективный критерий в системах конкуренции. Эквивалентные выражения объективного критерия   | 18         | 4         | 4         | 0 | 8         | 10        |
| Тема 4. Задача оптимального управления системой на конечномерном симплексе<br>Постановка задачи оптимального управления системой на конечномерном симплексе. Фазовые ограничения в виде равенств и неравенств. Методы решения таких систем. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Беллмана.<br>Необходимые условия оптимальности управления для систем на конечномерном симплексе. Решение примеров.                              | 18         | 4         | 4         | 0 | 8         | 10        |
| Тема 5. Задачи оптимального управления при неограниченном времени управления.<br>Применение свойств процессов отбора для исследования задач оптимального управления. Необходимые и достаточные условия достижения объективного критерия абсолютного максимума на бесконечном времени управления. Решение примеров.<br>Возможные ошибки при выборе оптимального режима управления в зависимости от формулировки критерия качества. | 18         | 4         | 4         | 0 | 8         | 10        |
| Текущий контроль (КСР)  | 2          |           |           |   | 2         |           |
| Промежуточная аттестация – экзамен  | 36         |           |           |   |           |           |
| <b>Итого</b>  | <b>108</b> | <b>16</b> | <b>16</b> |   | <b>34</b> | <b>38</b> |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на групповых консультациях и практических занятиях. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме экзамена.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Виды самостоятельной работы: подготовка к лекциям и практическим занятиям, изучение обязательной и дополнительной литературы. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций |                               |                               |                          |                          |                          |                          |
|--|---|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | плохо   | неудовлетворительно           | удовлетворительно             | хорошо                   | очень хорошо             | отлично                  | превосходно              |
|  | Не зачтено                                    |                               | Зачтено                       |                          |                          |                          |                          |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретическо                | Уровень знаний ниже минималь- | Минимально допустимый уровень | Уровень знаний в объеме, | Уровень знаний в объеме, | Уровень знаний в объеме, | Уровень знаний в объеме, |

|               |   |  |   |   |  |  |   |
|---------------|---|--|---|---|--|--|---|
|               | го материала.<br>Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа                    | ных требований.<br>Имели место грубые ошибки.  | знаний.<br>Допущено много негрубых ошибки.  | соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько негрубых ошибок   | соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько несущественных ошибок  | соответствующем программе подготовки, без ошибок.  | превышающем программу подготовки.   |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений.<br>Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа   | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.<br><br>Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения.<br>Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.<br>Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения.<br>Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.<br>Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения.<br>Решены все основные задачи.<br>Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи.<br>Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом.<br>Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.<br><br>Имели место грубые ошибки.  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.  | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.  | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.  | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.  |

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка  |              | Уровень подготовки   |
|---------|--------------|--|
| зачтено | Превосходно  | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»   |
|         | Отлично      | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»           |
|         | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
|         | Хорошо       | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»             |

|            |                     |  |
|------------|---------------------|--|
|            | Удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»  |
|            | Плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы для проверки компетенции ПК-4

1. Как ставится оптимизационная задача?
2. Каким условиям должны удовлетворять условия оптимизационной задачи, чтобы она была корректно поставлена?
3. Какие практические проблемы приводят к необходимости решать математическую задачу оптимизации?
4. Что такое критерий в оптимизационной задаче?
5. Что такое эквивалентные критерии?
6. Каковы принципы Акофа и фон Неймана для задания функции полезности?
7. В чем состоит подход Портера к определению институциональной функции полезности?
8. Как определяется функция полезности в системе для системы производителей, конкурирующих за рынок сбыта?
9. В чем состоит основная идея системного анализа при определении собственной цели поведения системы?
10. В чем состоят трудности при определении системой объективного критерия поведения? Как разрешаются эти трудности в системе конкурирующих объектов?
11. Как формулируется объективный критерий поведения для системы конкурирующих объектов?
12. Имеет ли объективный критерий эквивалентные выражения. Каковы условия их эквивалентности?
13. Как ставится задача адаптации?
14. В чем состоит алгоритм адаптации на основе систем на конечномерном симплексе?
15. Каковы основные свойства этого алгоритма?
16. Какова классическая постановка задачи оптимального управления?
17. Что такое фазовые ограничения в виде равенств и неравенств?
18. К какому классу задач оптимального управления относятся задачи для систем на конечномерном симплексе?
19. В чем состоит принцип максимума Понтрягина для оптимального управления.
20. В чем состоят необходимые условия оптимальности управления для систем на конечномерном симплексе?
21. Каковы условия достижения объективным критерием абсолютного максимума на бесконечном времени управления?

22. Возможны ли ошибки при выборе оптимальной стратегии в зависимости от той или иной формы объективного критерия?
23. История появления математических моделей в экономике. Модель С. Стевина. Гипотезы Вальраса, Леонтьева. Математическая модель в экономике и ее исследование. Линия сбалансированного роста и ее связь с состоянием равновесия на единичном симплексе.
24. История появления математических моделей в биофизике. Модель Мальтуса. Примеры быстрого роста у Перельмана и их проверка. Модель Вольтера «хищник-жертва». Модель Вольтера-Лотки и ее обобщение Колмогоровым.
25. Динамические системы и их свойства.
26. Системы дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных и их свойства. Теорема Коши-Пикара.
27. Разностные уравнения на единичном симплексе и их свойства. Общие условия разрешимости разностных уравнений. Инвариантность положительного октанта относительно разностного преобразования. Инвариантность единичного симплекса относительно разностного преобразования.
28. Проблема отбора для разностных уравнений на единичном симплексе. Необходимые и достаточные условия отбора для разностных уравнений.
29. Связь разностных уравнений на симплексе с задачей адаптации. Исследование алгоритма адаптации на основе разностных уравнений.
30. Динамические системы на бесконечномерном и счетномерном симплексе.
31. Проблема отбора для систем на бесконечномерном симплексе.

#### **5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4**

1. Исследовать разностную модель процесса отбора.
2. Исследовать математическую модель отбора в экономике.
3. Исследовать динамическую систему на счетномерном симплексе.
4. Найти оптимальное управление для модели в банаховом пространстве.
5. Применить алгоритм глобальной многомерной оптимизации для максимизации функции приспособленности
6. Исследовать математическую модель отбора в области принятия решения
7. Исследовать математическую модель отбора в системе с не транзитивностью селективных преимуществ
8. Найти оптимальную с точки зрения приспособленности стратегию наследственного поведения
9. Сравнить приспособленческий эффект для различных наследственных стратегий поведения

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Кузенков О.А., Рябова Е.А. Математическое моделирование процессов отбора. Учебн. пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2007. - 22 экз.
2. Кузенков О.А., Рябова Е.А., Круподерова К.Р. Математическое моделирование процессов отбора. Электронное учебн.-метод. пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012 [http://www.unn.ru/books/met\\_files/kuzryab.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/kuzryab.pdf)

3. Кузенков О.А., Киселева Т.П. Математическое моделирование процессов отбора. [ЭУК, система электронного обучения ННГУ]. – <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=828> .
4. Кузенков О.А., Киселева Т.П. Модели отбора в информатике и оптимизация. [ЭУК, система электронного обучения ННГУ]. – <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=870>

б) дополнительная литература:

1. Кузенков О.А., Новоженин А.В. СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА СЧЕТНОМЕРНОМ СИМПЛЕКСЕ// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 2009. №3. С. 145-151. <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=2483>
2. Кузенков О. А., Капитанов Д. В. СИСТЕМЫ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ НА КОНЕЧНОМЕРНОМ СТАНДАРТНОМ СИМПЛЕКСЕ// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 2010. №5. С. 178-184. <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=3257>
3. Кузенков О. А., Новоженин А. В. СИСТЕМЫ ОТБОРА НА СЧЕТНОМЕРНОМ СИМПЛЕКСЕ// Вестник ННГУ. Сер. Математическое моделирование и оптимальное управление. 2011. №3. С. 92-98. <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=4376>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Горбань А.Н., Хлебопрос Р.Г. ДЕМОН ДАРВИНА. ИДЕЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР. – М.: Наука, 1988 (материалы автора на сайте Гугл-Академия) [http://lux.e-reading.bz/bookreader.php/106756/Demon\\_Darvina.pdf2](http://lux.e-reading.bz/bookreader.php/106756/Demon_Darvina.pdf2)
- Электронная библиотечная система «Издательство Лань», 2016, URL: <https://e.lanbook.com>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: к.ф.-м.н., доцент кафедры ДУМиЧА Кузенков О.А.

Рецензент: д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Заведующий кафедрой ДУМиЧА: д.ф.-м.н. Калинин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 1 декабря 2021 года, протокол № 2.