

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

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021 г. № 1

**Рабочая программа дисциплины
Математические модели процессов отбора - 2**

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нижегород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Математические модели процессов отбора-2» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина «Математические модели процессов отбора-2» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 (Б.1) ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «010302 Прикладная математика и информатика». Читается в 6 семестре (3 курс). Форма отчетности – экзамен.

Индекс дисциплины **Б1.В.ДВ.07.01**

Основная цель дисциплины состоит в формировании общепрофессиональных и профессиональных компетенций согласно учебному плану, позволяющих выполнять соответствующие виды профессиональной деятельности. Это осуществляется путем изучения математических моделей процессов отбора, на примере которых демонстрируются методы и средства математического моделирования, основанные на применении знаний, полученных при изучении базовых математических дисциплин, что соответствует целям обучения студентов по данному направлению.

Задачи освоения дисциплины являются:

- приобретение навыков математического моделирования различных процессов и закономерностей реального мира;
- сформировать у обучающихся четкое понимание основных концепций и парадигм процессов отбора, их фундаментального значения в функционировании информационных систем всех уровней,
- ознакомление с общими вопросами математического моделирования процессов отбора в разных предметных областях: биофизики, экономике, химии, а также связанными с ними процессами выбора, поиском оптимальной стратегии и т. п.
- формирование у студентов представления о методах построения и средствах анализа математических моделей процессов отбора и выбора.
- освоение способов задания критерия качества управляемой системы;
- приобретение навыков решения задач оптимизации поведения системы;
- воспитание у студентов математической культуры;
- формирование математического мышления;
- формирование абстрактной формы рассмотрения проблем,
- развитие математической культуры слушателей,
- развитие способностей к самоорганизации и самообразованию.

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 Способность приобретать новые научные и	<i>Уметь</i> <i>Уметь</i> <i>У1 (ОПК-2)</i>

<p>профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии Базовый этап</p>	<p>1. Искать информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников 2. Собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам Владеть В1 (ОПК-2) Владеть методами поиска информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников</p>
<p>ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат Базовый этап</p>	<p>Знать З1(ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»: процесс отбора, критерий поведения системы, объект оптимизации, критерий качества, оптимальное решение; методы постановки и решения оптимизационных задач, в частности методы решения оптимального управления системами на единичном симплексе при неограниченном времени управления. Уметь У1 (ПК-2) использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»: решать оптимизационные задачи, в частности задачи оптимального управления с неограниченным временем управления Владеть В1(ПК-2) Навыками формирования критерия поведения системы на основе анализа процессов отбора; навыками решения оптимизационных задач.</p>

3. Структура и содержание дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых

34 часа составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

16 часов занятия лекционного типа

16 часов практические занятия

2 часа промежуточной аттестации

74 часа составляет **самостоятельная работа** обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

Содержание дисциплины «Математические модели процессов отбора-2»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				СРС
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные	Всего контактных часов	
<p>1. Проблема объективного критерия в задаче оптимизации Постановка оптимизационной задачи: множество альтернатив выбора и критерий качества. Условия корректности оптимизационной задачи. Существование и единственность решения. Критерий и порядок. Эквивалентность критериев. Проблема</p>	16	2	2		4	12

задания критерия. Пример определения критерия в задаче оптимального проектирования.							
2. Статистический способ формирования критерия. Пример определения функции полезности для товара. Подходы Акофа, Моргерштейна, фон Неймана. Определение институциональной функции полезности по Портеру. Определение функции полезности в системе предприятий, конкурирующих за рынок сбыта.	16	2	2			4	12
3. Проблемы, возникающие при формировании объективного критерия отдельной системой. Системный анализ о критериях поведения системы. Объективный критерий в системах конкуренции. Эквивалентные выражения объективного критерия.	16	2	2			4	12
4. Исследование оптимизационных задач с объективным критерием Исследование модели конкуренции видов при наличии процессов терморегуляции. Задача адаптации при выборе оптимального варианта поведения.	60	4	4			8	12
5. Задача оптимального управления системой на конечномерном симплексе Постановка задачи оптимального управления системой на конечномерном симплексе. Фазовые ограничения в виде равенств и неравенств. Методы решения таких систем. Принцип максимума Понтрягина. Принцип Беллмана. Необходимые условия оптимальности управления для систем на конечномерном симплексе. Решение примеров.	24	4	4			8	16
6. Задачи оптимального управления при неограниченном времени управления. Применение свойств процессов отбора для исследования задач оптимального управления. Необходимые и достаточные условия достижения объективного критерия абсолютного максимума на бесконечном времени управления. Решение примеров. Возможные ошибки при выборе оптимального режима управления в зависимости от формулировки критерия качества.	14	1	1			2	12
В т.ч. текущий контроль	2						
Промежуточная аттестация - Экзамен							

4. Образовательные технологии

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий, проектных работ.

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

Практические занятия. Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей нескольких практических работ.

Дисциплина предусматривает проведение практических занятий. Промежуточный контроль освоения материала должен проводиться по итогам практических работ.

Кроме того, используется метод **проектного обучения**. Под методом проектного обучения понимают технологию организации образовательных ситуаций, в которых

учащийся ставит и решает собственные задачи, и технологию сопровождения самостоятельной деятельности учащегося. При этом обучение осуществляется в процессе выполнения проектов. Выполнение проекта позволяет индивидуализировать процесс обучения в рамках стандартного учебного плана, повысить личную ответственность студента за результаты обучения.

В работе над проектом предполагаются следующие этапы:

Подготовка. Определение темы и целей проекта. Ознакомление с тематикой исследования. Обсуждение с преподавателем сути предстоящей работы.

Планирование. Определение источников информации; определение способов ее сбора и анализа. Определение способов представления результатов (формы отчета). Установление процедур и критериев оценки результата и процесса разработки проекта. Распределение заданий и обязанностей между членами команды.

Исследование. Сбор информации. Решение промежуточных задач. Основные инструменты: интервью, опросы, наблюдения, эксперименты.

Анализ и обобщение. Анализ информации, оформление результатов, формулировка выводов.

Представление проекта. Возможные формы представления результатов: устный, письменный отчет, публичная защита. В ходе защиты преподаватели и студенты проводят широкое обсуждение работы.

Подведение итогов. Оценка результатов и самого процесса проектной деятельности учащегося.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и монографиям, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовка проекта, электронных тестов в режиме обучения, ответов на вопросы самоконтроля.

5.2 Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля

1. 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
2. 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>
3. 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>
4. 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>

При выполнении практических работ, при самостоятельной работе и подготовке к экзамену студенты имеют доступ к материалам электронного управляемых курсов: «Математическое моделирование процессов отбора» - адрес в системе электронного обучения ННГУ <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=828> , режим доступа – требует авторизации.

«Модели отбора в информатике и оптимизации» - адрес в системе электронного обучения ННГУ <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=870> , режим доступа – требует авторизации.

Вопросы для контроля:

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?

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

Карта компетенции ОПК-2 *Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	Не зачтено			Зачтено			
Умения У1 (ОПК-2)	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Навыки В1 (ОПК-2)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%
--	-------	--------	--------	--------	--------	--------	------

Карта компетенции ПК-2 *Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	Не зачтено		Зачтено				
<i>Знания</i> 31(ПК-2)	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много нетрубных ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько нетрубных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
<i>Умения</i> У1 (ПК-2)	Отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с нетрубными ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач

Навыки В1 (ПК-2)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

6.2 Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины *“Математические модели процессов отбора-2”* используется балльная система оценки учебной работы студентов.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	На экзамене обучаемый показал высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, знания, выходящие за рамки рассмотренного в курсе материала, творческий подход к разрешению нестандартных ситуаций. Имеет творчески выполненный проект. Демонстрирует способность решать дополнительные предложенные задачи, требующие оригинальности мышления.
Отлично	Обучаемый показал высокий уровень владения материалом курса. Имеет выполненный проект. Демонстрирует способность решать дополнительные предложенные задачи, требующие оригинальности мышления.
Очень хорошо	В целом – весьма хорошая подготовка. Обучаемый дает ответы на все теоретические вопросы билета, но с рядом ошибок и неточностей, имеет выполненный проект.
Хорошо	Достаточно хорошая подготовка, но с заметными ошибками или недочетами; получен полный ответ на все теоретические вопросы билета, но с рядом ошибок. Имеет выполненный проект.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Обучаемый в значительной части отвечает на все вопросы билета, но с множеством ошибок, не носящих грубого характера; имеет участие в проекте.
Неудовлетворительно	Подготовка не достаточна и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Как правило, имеет задолженности
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточна. Обучаемый не отвечает на поставленные вопросы, не понимает терминологию; имеет задолженности

6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

- тестирование;
- индивидуальное собеседование на экзамене,

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- проектные задания

Критерии оценивания тестирования

Зачтено - от 50 % и выше правильных ответов

Не зачтено – правильных ответов менее 50 %

Критерии оценивания проекта

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Проект представлен в срок, сделана презентация, доложены результаты, правильные ответы на вопросы
Не зачтено	Проект не представлен в срок. Подготовка недостаточная и требует дополнительной работы. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы.

6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примеры тестовых вопросов (компетенция ПК2)

1. Тип - альтернативный вопрос.

В чем состоит первая теорема Ляпунова об устойчивости на симплексе

$$S_0 = \left\{ x = (x_1, \dots, x_n) : \sum_{i=1}^n x_i \leq 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n} \right\}$$

пусть на симплексе S_0 задана

знакоопределенная непрерывно дифференцируемая функция $V(x)$.

- Пусть ее производная является знакопостоянной, имеющей знак противоположный знаку функции $V(x)$. Тогда состояние равновесия в начале координат будет устойчивым по Ляпунову. (+ 20 баллов)
- пусть на симплексе S_0 задана знакоопределенная непрерывно дифференцируемая функция $V(x)$. Пусть ее производная является знакопостоянной, имеющей знак такой же, как и знак функции $V(x)$. Тогда состояние равновесия в начале координат будет устойчивым по Ляпунову.

2. Тип - альтернативный вопрос.

Какой смысл имеет функция Массье для систем химической кинетики?

- функция Массье является функцией Ляпунова для систем химической кинетики
- значение функций Массье равно энтропии для системы «реактор-термостат» (+ 20 баллов)
- функция Массье является показателем энтропии для системы химической кинетики

3. Тип - альтернативный вопрос.

Что играет роль функции Ляпунова для систем химической кинетики?

- энтропия реактора

- b. функция перехода
- c. функция Массье (+ 20 баллов)

Примерные темы проектов для комплексной проверки компетенций ПК2 и ОПК2

1. Разностные модели процессов отбора.
2. Математические модели процессов отбора в экономике.
3. Динамические системы на счетномерном симплексе.
4. Оптимальное управление в банаховом пространстве.
5. Методы многомерной многоэкстремальной оптимизации.

Экзаменационные вопросы

1. 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.
2. 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.
3. Динамические системы и их свойства.
4. Системы дифференциальных уравнений, разрешенных относительно первых производных и их свойства. Теорема Коши-Пикара.
5. 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.
6. Проблема отбора для разностных уравнений на единичном симплексе. Необходимые и достаточные условия отбора для разностных уравнений.
7. Связь разностных уравнений на симплексе с задачей адаптации. Исследование алгоритма адаптации на основе разностных уравнений.
8. Динамические системы на бесконечномерном и счетномерном симплексе.
9. Проблема отбора для систем на бесконечномерном симплексе.

Пример экзаменационного билета

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики

Кафедра Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

Дисциплина Математические модели процессов отбора -2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. 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.

Зав. кафедрой _____
Экзаменатор _____

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. 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

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>, режим доступа – требует авторизации.

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>, режим доступа – требует авторизации.

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) Интернет ресурсы

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.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, 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 к.ф.-м.н., доцент _____ Кузенков О.А.

Рецензент _____

Заведующий кафедрой ДУМиЧА _____ Д.В. Баландин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 24.02.2021 года, протокол № 5.