

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 Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины
Теория выбора и принятия решений

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
09.03.04 Программная инженерия

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Разработка программно-информационных систем
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Теория выбора и принятия решений относится к части ООП направления подготовки 09.03.04 Программная инженерия , 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 (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-12. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем и подсистем малого и среднего масштаба и сложности.	ПК-12.1 Знает методы концептуального, функционального и логического проектирования	Знать современные программные средства решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем уметь применять современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем с использованием существующего программного обеспечения	Собеседование (сдача отчетов по практическим занятиям) Задача (практическое задание)
	ПК-12.4. Владеет навыками разработки проекта программной системы с учетом возможностей и ограничений	навыками применения современных программных средств для решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
--	----------------------

Общая трудоемкость	_3_ ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	37
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа	12
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	71
Промежуточная аттестация –зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа студента часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Всего контактных часов	
Наблюдение вектора состояния Постановка задачи наблюдения. Понятие наблюдаемости. Матрицы наблюдаемости первого и второго рода. Наблюдатели полного и пониженного порядка в виде моделей с обратной связью. Метод наименьших квадратов. Алгоритм рекуррентного гауссовского оценивания. Понятие управляемости. Двойственность задач наблюдения и управления	36	8	4		12	24
Линейная оптимальная фильтрация Метод минимизации среднеквадратической ошибки. Уравнение Винера-Хопфа для дискретных систем. Гауссовско-марковская оценка как обобщение метода наименьших квадратов. Рекуррентное гауссовско-марковское оценивание. Фильтр Калмана для систем с дискретным временем.	35	8	4		12	23
Стохастическое оптимальное управление Постановка задачи стохастического оптимального управления для полной и неполной информации о векторе состояния. Вывод и решение функционального уравнения Беллмана. Свойства оптимальной системы. Теорема разделения.	36	8	4		12	24
текущий контроль КСР	1				1	
Промежуточная аттестация. Зачет.	108	24	12		37	71

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

моделирование стохастического оптимального регулятора дискретной линейной системы.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 6 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: проектирование программно-аппаратных средств в соответствии с техническим заданием; применение современных инструментальных средств при разработке программного обеспечения;
- компетенций – ПК-12.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает выполнение практических заданий (практические работы) под контролем преподавателя и подготовку к зачету.

Практические работы выполняются в компьютерном классе ПЭВМ по всем разделам дисциплины и включает в себя следующие работы:

- Практическая работа «Расчет и моделирование наблюдателей полного и пониженного порядков с обратной связью»;
- Практическая работа «Расчет и моделирование дискретного фильтра Калмана»;
- Практическая работа «Расчет и моделирование стохастического оптимального регулятора дискретной линейной системы».

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. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	ных требований. Имели место грубые ошибки.	знаний. Допущено много негрубых ошибок.	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	соответствующем программе подготовки, без ошибок.	превышающую программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. 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

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Постановка задачи наблюдения.	ПК-12
2. Понятие наблюдаемости.	ПК-12
3. Матрицы наблюдаемости первого и второго рода.	ПК-12
4. Наблюдатели полного и пониженного порядка в виде моделей с обратной связью.	ПК-12
5. Метод наименьших квадратов.	ПК-12
6. Алгоритм рекуррентного гауссовского оценивания.	ПК-12
7. Понятие управляемости.	ПК-12
8. Двойственность задач наблюдения и управления	ПК-12
9. Метод минимизации среднеквадратической ошибки.	ПК-12
10. Уравнение Винера-Хопфа для дискретных систем.	ПК-12
11. Алгоритм рекуррентного гауссовско-марковского оценивания.	ПК-12
12. Алгоритм фильтрации Калмана для систем с дискретным временем	ПК-12
13. Постановка задачи стохастического оптимального управления для полной информации о векторе состояния.	ПК-12
14. Постановка задачи стохастического оптимального управления для неполной информации о векторе состояния	ПК-12
15. Вывод функционального уравнения Беллмана.	ПК-12
16. Решение функционального уравнения Беллмана.	ПК-12
17. Свойства стохастической оптимальной системы.	ПК-12
18. Теорема разделения.	ПК-12

5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-12

Задача. Пусть ошибка некоторого измерительного устройства состоит из постоянной во времени систематической части и (сноса) и некоррелированной во времени стохастической части (белого шума). С целью калибровки выход измерительного устройства наблюдается в моменты времени $1, 2, 3, \dots$ при отсутствии полезного сигнала. Будем интерпретировать систематическую ошибку как фазовый вектор x , а случайную ошибку как измерительный шум w . Таким образом, модель наблюдаемой системы имеет вид:

$$x(k+1)=x(k), \quad k=1,2,3\dots$$

$$y(k)=x(k)+w(k)$$

Пусть дисперсия белого шума постоянна и равна 2. Дисперсия систематической ошибки равна 3. Построить фильтр Калмана для оценки систематической ошибки.

Задача. Записать дискретное уравнение Винера-Хопфа для следующей системы

$$x(k+1) = x(k), \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

$$y(k) = x(k) + w(k)$$

Задача. Изменение движения самолета выполняется в дискретные моменты времени, расположенные через одну секунду. Исходя из непрерывной модели объекта

$$\dot{x} = \bar{A}x(t) + bu(t)$$

нужно составить дискретную во времени схему наблюдения.

Задача. Построить рекуррентную гауссовскую оценку по методу наименьших квадратов для системы

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0.5 \end{bmatrix} u(k),$$

$$y(k) = [0 \quad 1]x(k).$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. Учебное пособие – 2-е изд. перераб. и доп. – М.:Наука,1988. (220 экз.)
2. Городецкий С.Ю., Гришагин В.А. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация. Учебное пособие. Н.Новгород: изд-во ННГУ, 2007. – 489 с. (81 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Карманов В.Г. Математическое программирование. Учебное пособие. – М.: Физматлит, 1986 или 2008. (136 экз.)
2. Теория принятия решений в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халин [и др.] ; под ред. В. Г. Халина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 250 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03486-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/A018513D-5154-4C62-A55D-A980760C0FF4.
3. Теория принятия решений в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халин [и др.] ; отв. ред. В. Г. Халин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 431 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03495-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/D411F91F-0656-42A7-AAB8-5AF0F4121B06.
4. Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 120 с. — (Серия : Бакалавр и магистр.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. YALMIP Wiki <http://users.isy.liu.se/johanl/yalmip/>
2. Scilab <http://www.scilab.org/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 09.03.04 Программная инженерия.

Автор П.В. Пакшин

Рецензент _____

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.