

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 № 10 от 27.08.2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теория выбора и принятия решений

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы  
Математическое моделирование и искусственный интеллект

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Теория выбора и принятия решений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-Ф1: Способен планировать и организовывать аналитические работы с использованием технологий больших данных	<p>ПК-Ф1.1: Применяет методы машинного обучения и статистического анализа. Знает типы анализа больших данных, виды аналитики; теоретические и прикладные основы анализа больших данных; содержание этапов жизненного цикла больших данных. Знает типы анализа больших данных, виды аналитики; теоретические и прикладные основы анализа больших данных; содержание этапов жизненного цикла больших данных</p> <p>ПК-Ф1.2: Обеспечивает соответствие результатов анализа бизнес-задачам заказчика. Умеет планировать и проводить аналитические работы с использованием технологий больших данных</p> <p>ПК-Ф1.3: Подготавливает отчеты и визуализации для презентации результатов. Умеет проводить анализ больших данных</p>	<p>ПК-Ф1.1: Знать: -основные типы задач, рассматриваемых в исследовании операций; математические модели; -методы оптимизационных задач; - основные методы анализа сетевых моделей.</p> <p>ПК-Ф1.2: Уметь: - применять аппарат динамического программирования к решению оптимизационных задач; - проводить анализ точности приближенных алгоритмов.</p> <p>ПК-Ф1.3: Уметь: -проводить анализ трудоемкости алгоритмов; -использовать современные подходы к построению точных и приближенных алгоритмов решения оптимизационных задач.</p>	Собеседование Задачи Практическое задание	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ПК-Ф2: Способен проектировать, разрабатывать, внедрять, развертывать и	<p>ПК-Ф2.1: Знает основные алгоритмы и методы машинного обучения</p> <p>ПК-Ф2.2: Знает основные</p>	ПК-Ф2.1: Знает основные алгоритмы и методы машинного обучения, основы языка Python или	Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы

управлять моделями машинного обучения	<p>концептуальные и теоретические модели искусственного интеллекта и машинного обучения</p> <p>ПК-Ф2.3: Умеет использовать методы машинного обучения на практике, оценивать качество методов, разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели машинного обучения</p>	<p>среды вычислений R</p> <p>ПК-Ф2.2: Знает основные концептуальные и теоретические модели искусственного интеллекта и машинного обучения: Обучение с учителем Обучение без учителя Обучение с подкреплением Обучение с частичным участием учителя Глубокое обучение</p> <p>ПК-Ф2.3: Умеет использовать методы машинного обучения на практике, оценивать качество методов, работать с библиотекой Scikit-Learn или средой для статистических вычислений R, разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели машинного обучения</p>		
---------------------------------------	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> Экзамен

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Тема 1. Наблюдение вектора состояния	25	6	6	12	13
Тема 2. Линейная оптимальная фильтрация	25	6	6	12	13
Тема 3. Стохастическое оптимальное управление	20	4	4	8	12
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	16	16	34	38

### Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины

При анализе и синтезе динамических систем всегда имеет место тот или иной уровень неопределенности. Неопределенности могут носить информационный характер, когда одна или несколько переменных, описывающих динамику системы, недоступны для непосредственного измерения, или же переменные измеряются с ошибками. Кроме информационных неопределенностей существует другой тип неопределенностей, который носит параметрический характер. Этот тип неопределенностей обусловлен тем, что параметры системы, как правило, точно неизвестны. На практике обычно присутствуют оба вида неопределенностей.

В связи с неизбежным присутствием информационных неопределенностей исследователь может располагать лишь оценками переменных, описывающих динамику исследуемой системы. Точность оценок зависит от свойств системы и алгоритмов обработки информации

Целью данной дисциплины является изучение систем с информационными неопределенностями. Дисциплина, наряду с основным курсом теории вероятностей дает теоретическую базу для методов машинного обучения, при применении которого в контексте построения систем искусственного интеллекта, практически в каждом случае приходится иметь дело с неопределенностями.

Рассматриваются следующие задачи:

- наблюдение вектора состояния линейных систем
- линейная оптимальная фильтрация
- оптимальное линейное стохастическое управление

Тема 1. 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

Тема 2. 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.

Тема 3. Постановка задачи стохастического оптимального управления для полной и неполной информации о векторе состояния. Вывод и решение функционального уравнения Беллмана. Свойства оптимальной системы. Теорема разделения.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

а) основная литература:

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html>

б) дополнительная литература:

1. Ким Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 328 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109376.html>
2. Гайдук А.Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход). - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114240.html>

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

##### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф1:

Собеседование проходит в виде сдачи отчета по практическим работам. Отчет оформляется в электронном виде, где указывается цель работы, постановка задачи, ход выполнения работы, результат выполнения работы и выводы.

##### Темы практических работ:

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

##### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

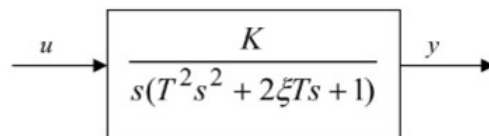
Оценка	Критерии оценивания

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф1:

Цель работы: исследовать, какой наблюдатель полного порядка обеспечивает более высокую скорость сходимости ошибки оценивания.

Постановка задачи и методические указания: Необходимо оценить состояние системы, представляющей собой последовательное соединение колебательного и интегрирующего звеньев:

Необходимо оценить состояние системы, представляющей собой последовательное соединение колебательного и интегрирующего звеньев:



**Рис. 1. Последовательное соединение колебательного и интегрирующего звеньев**

Система описывается следующим дифференциальным уравнением второго порядка

$$s(T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1)y = Ku,$$

где  $T$  – постоянная времени звена,  $\xi$  – коэффициент затухания звена,  $K$  – коэффициент усиления звена.

Дифференциальное уравнение системы имеет вид

$$\frac{d^3 y(t)}{dt^3} + \frac{2\xi}{T} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{1}{T^2} \frac{dy}{dt} = \frac{K}{T^2} u$$

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф1:

*Постановка задачи наблюдения.* Пусть имеется динамическая система вида

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t), \quad t_0 \leq t \quad (1.1)$$

$$y(t) = C(t)x(t). \quad (1.2)$$

Здесь  $x$  –  $n$ -мерный неизвестный вектор состояния,  $u$  –  $p$ -мерный известный вектор входных переменных,  $y$  – вектор измеряемых (выходных) переменных;  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – заданные матрицы соответствующих размерностей. Структурная схема системы представлена на рис. 1.1 (верхняя часть). Требуется определить оценку величины  $x(t_0)$  или  $x(t)$ .

**Цель работы:** построить гауссовскую оценку вектора состояний на основе наблюдений.

#### Постановка задачи

Для системы

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = u$$

$$y = x_1$$

Построить гауссовскую оценку вектора состояний на основе наблюдений  $y$ .

При этом

- 1) Входную переменную  $u$  положим равной нулю. Начальные условия зададим ненулевыми.
- 2) Начальные условия наблюдателя зададим нулевыми.

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф2:

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

$$\begin{aligned}x(k+1) &= x(k), k = 1, 2, 3, \dots \\y(k) &= x(k) + w(k).\end{aligned}$$

Написать на языке Python программу получения оценки систематической ошибки, используя алгоритм фильтра Калмана. Параметры  $A$  и  $C$  в этой модели, очевидно, равны единице. Поскольку внешний шум отсутствует  $Q=0$ . Дисперсия белого шума  $w$   $R = 4$ , дисперсия начального состояния  $P(k_0) = 9$ .

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Задача 2.** Объект, описываемый дифференциальным уравнением второго порядка

$$\ddot{y} = \bar{v}$$

совершает поступательное движение из заданной известной точно начальной позиции под действием случайного ускорения, представляющего собой стандартный гауссовский белый шум с непрерывным временем. В процессе движения каждую секунду измеряется координата с ошибкой. Требуется построить оптимальную оценку координаты и скорости.

В качестве переменных состояния выберем координату  $x_1$  и скорость  $x_2$ , ускорение представляет собой гауссовский белый шум с непрерывным временем. Тогда уравнения состояния запишутся в виде

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \bar{v}, \\ y &= [1 \ 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}.\end{aligned}$$

Перейдем к эквивалентной дискретной модели

$$\begin{aligned}x(k+1) &= Ax(k) + v(k), \\ v(k) &= [1 \ 0]x(k) + w(k).\end{aligned}$$

Матрицы состояния этой модели вычисляются по формулам

$$A = \exp\left(\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}\right), \quad B = \int_0^1 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tau d\tau,$$

а ковариационная матрица эквивалентного векторного дискретного белого шума  $v(k)$  — по формуле

$$Q = \int_0^1 \begin{bmatrix} 0 & \tau \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \tau & 0 \end{bmatrix} d\tau$$

Будем считать, что ошибка  $w(k)$  наблюдения координаты  $y(k)$  представляет собой нормированный гауссовский белый шум с дискретным временем. В начальный момент времени ошибка знания координаты и скорости равна нулю, следовательно,  $P(0)=0$ .

Написать на языке Python программу получения оценки координаты и скорости, используя алгоритм фильтра Калмана.

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

## Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнена основная часть задания, возможно с незначительными недочетами
не зачтено	Выполнено менее половины задания, есть существенные недочеты

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф1

##### Упражнение 1.2

Решить задачу ЛП:

$$f(x_1, x_2) = 3x_1 + 3x_2 \rightarrow \min;$$

$$x_1 + 5x_2 \geq 10;$$

$$3x_1 + 2x_2 \geq 12;$$

$$2x_1 + 4x_2 \geq 16;$$

$$2x_1 + 2x_2 \geq 6;$$

$$x_1 \geq 1 \quad x_1, x_2 \geq 0.$$

##### Упражнение 1.3

В продаже имеются напитки:

Напиток	Содержание спирта, %	Цена, руб./кг.
Джин-тоник	10	10
<i>Salute</i>	20	30
Аперитив	25	40
<i>Smirnoff</i>	40	60

В каких пропорциях следует смешать эти напитки, чтобы получить коктейль с содержанием спирта 30 %, и самый дешёвый?

#### Упражнение 1.4

Решить задачу ЛП:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = 4x_1 - 5x_2 - x_3 - 3x_4 - 5x_5 \rightarrow \min;$$

$$-x_1 + 3x_2 + 2x_4 + x_5 = 5;$$

$$-x_1 + 3x_2 + x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 9;$$

$$-3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 6;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0,$$

начав с угловой точки:  $(0, 0, 1, 2, 1)^T$ .

#### Упражнение 1.5

Пусть известна матрица  $d_{ij}$  – производительности исполнителей по каждой работе. Как найти назначения, максимизирующее  $g$  – суммарную производительность? Считается, что мы умеем решать задачу о назначениях (с матрицей  $c_{ij} \geq 0$ , поиск минимума  $f$ ).

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф1

1. Что такое фильтр Калмана? Что называется задачей фильтрации?

2. Нарисуйте общую схему наблюдаемой системы и фильтра Калмана в дискретном времени. Опишите её.
3. К какой процедуре может быть сведен алгоритм фильтрации Калмана? Какими преимуществами обладает метод минимальной средне-квадратичной ошибки?
4. Метод минимизации среднеквадратичной ошибки. Какими свойствами должна обладать оценка вектора состояния?
5. Что означает запись  $E\tilde{x}z^T = 0$ , где  $z$  – результаты наблюдений,  $\tilde{x}$  – ошибка оценивания?
6. Запишите уравнение ошибки фильтрации.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф2

Работа с фильтром Калмана на языке R.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.
плохо	Отсутствие знаний материала.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ким Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 220200 "Автоматизация и управление". - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Физматлит, 2007-. Теория автоматического управления . Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - М., 2007. - 2-е изд., испр. и доп. - 440 с., 5 табл., 65 ил. - Библиогр.: с. 432 - 436. - ISBN 978-5-9221-0858-4 : 471.40., 2 экз.
2. Cary Smith. Matlab and Octave Programming for STEM Applications / Smith Cary. - Open

Educational Resources : [libretexts.org](http://libretexts.org), 2022. - 467 с. - Доступ только с авторизованных компьютеров.  
- ISBN CCBY4\_065. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=984595&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ким Дмитрий Петрович. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 220400 "Мехатроника и робототехника". - М. : Физматлит, 2008. - 326 с. - ISBN 978-5-9221-0937-6 : 174.30., 2 экз.
2. Гайдук Анатолий Романович. Алгебраические методы анализа и синтеза систем автоматического управления / отв. ред. А. А. Колесников ; Сев.-Кавк. науч. центр высш. шк. - Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1988. - 208 с. : ил. - (Актуальные проблемы науки). - 2.48., 1 экз.

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

Профессиональные базы данных и онлайн-информационные ресурсы, для освоения дисциплины не требуются.

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины.

Свободно распространяемое программное обеспечение

OCTAVE загружается отсюда: <https://www.gnu.org/software/octave/download.html>.

YALMIP отсюда: <https://yalmip.github.io/download>

SeDuMi и SDPT3 отсюда: <https://github.com/sqlp/sedumi>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: - операционные системы семейства Microsoft Windows; - свободно распространяемое бесплатное программное обеспечение (пакет OCTAVE: <https://www.gnu.org/software/octave/download.html> , пакет YALMIP – <https://yalmip.github.io/download> , решатель SeDuMi и SDPT3 – <https://github.com/sqlp/sedumi> .

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 подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Пакшин Павел Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.06.2025, протокол № Протокол №11.