

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики  
А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Модели и алгоритмы систем наведения
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.Т. Пеков, кандидат наук

Программа обсуждена на заседании кафедры управляющих и информационных систем 14.03.2024

## Аннотация

Курс “Модели и алгоритмы систем наведения” направлен на изучение основ анализа и синтеза линейных нестационарных систем наведения, приобретение теоретических знаний в области анализа и синтеза систем наведения. В процессе обучения студентам даются маленькие теоретические задания, а также практические задания на проведение собственных теоретических исследований в области проектирования автоматических систем.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- изучение основ анализа и синтеза линейных нестационарных систем наведения.

#### Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области теории автоматического управления процессом наведения;
- приобретение теоретических знаний в области анализа и синтеза систем наведения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области проектирования автоматических систем.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области информатики и вычислительной техники и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационный канал) характера	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы

информационных систем) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;
- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

уметь:

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

владеть:

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа

1	Введение. Система наведения и процесс наведения.	8	8		15
2	Оптимизация системы наведения при нестационарных входных воздействиях.	8	8		20
3	Применение задачи Винера к расчету оптимальной системы наведения.	8	8		20
4	Синтез оптимальных по точности систем наведения. Общая характеристика задачи оптимизации системы наведения по точности.	6	6		20
Итого часов		30	30		75
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

##### Семестр: 3 (Осенний)

##### 1. Введение. Система наведения и процесс наведения.

Качественное сравнение весовых и параметрических передаточных функций систем наведения, автономных контуров и коэффициентов пролета. Комплексы наблюдения и наведения на несколько объектов. Линеаризация уравнений кинематических связей. Структурные схемы и весовая функция звена кинематических связей.

##### 2. Оптимизация системы наведения при нестационарных входных воздействиях.

Параметрическая передаточная функция системы наведения. Соотношения, связывающие параметрическую передаточную функцию замкнутого контура наведения и передаточную функцию стационарного автономного контура. Постановка задачи теории оптимальных систем. Определение оптимальных линейных систем в случае белого шума на входе и в случае стационарных сигналов и помехи и бесконечного интервала наблюдения.

##### 3. Применение задачи Винера к расчету оптимальной системы наведения.

Применение фильтров Калмана для оптимизации систем наведения. Пролет – текущая мера точности наведения. Угловая скорость линии визирования – величина, характеризующая пролет. Пространственное управление вектором ускорения. Свойства коэффициентов параметрических передаточных функций замкнутого контура наведения.

##### 4. Синтез оптимальных по точности систем наведения. Общая характеристика задачи оптимизации системы наведения по точности.

Системы, эквивалентные по точности в заданный момент времени. Структурная схема контура наведения. Простейшие системы наведения по угловой скорости и линейному рассогласованию. Понятие метода и закона наведения. Точность линейной системы наведения. Коэффициенты пролета из-за регулярных воздействий. Коэффициенты пролета из-за случайных ошибок измерения относительных координат. Качественное сравнение весовых и параметрических передаточных функций систем наведения, автономных контуров и коэффициентов пролета.

#### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном. Необходимое программное обеспечение: пакеты прикладных программ.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Основы теории оптимального управления [Текст]/Э. Б. Ли, Л. Маркус , под ред. Я. Н. Ройтенберга , -М., Наука, 1972

### Дополнительная литература

1. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра [Текст], [монография]/В. К. Бабич [и др.] , -М., Дрофа, 2004

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Программное обеспечение и информационные технологии не требуются.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий курс, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы, методы доказательств.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
<b>курс:</b>	<u>2</u>
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.Т. Пеков, кандидат наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области информатики и вычислительной техники и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Модели и алгоритмы систем наведения» обучающийся должен:

**знать:**

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;
- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Основы теории линейных систем управления. Понятие процесса и системы наведения.
2. Пролет – текущая мера точности наведения. Линейное рассогласование.
3. Угловая скорость линии визирования – величина, характеризующая пролет.
4. Пространственное управление вектором ускорения.
- 5) Линеаризация уравнений кинематических связей. Линеаризованные зависимости, связывающие пролет, линейное рассогласование и угловую скорость.
6. Структурные схемы и весовая функция звена кинематических связей.
7. Структурная схема контура наведения. Структурная схема контура наведения по угловой скорости линии визирования. Структурная схема контура наведения по линейному рассогласованию.
8. Свойства безинерционной системы наведения. Зависимости изменения угловой скорости линии визирования, пролета и ускорения в процессе наведения при разных значениях навигационного коэффициента.
9. Точность линейной системы наведения. Коэффициенты пролета из-за регулярных воздействий. Коэффициенты пролета из-за случайных ошибок измерения относительных координат.
10. Параметрическая передаточная функция системы наведения.
11. Соотношения, связывающие параметрическую передаточную функцию замкнутого контура наведения и передаточную функцию стационарного автономного контура.
12. Точность в заданный момент времени. Понятие времени памяти нестационарной системы.



## Критерии оценивания

отлично

10 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

9 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

8 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

хорошо

7 Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

6 Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

5 Выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

удовлетворительно

4 Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

3 Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

неудовлетворительно

2 Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

1 Выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачёта обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций. Дифференцированный зачёт может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий или проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.