

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  
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины  
Колебания и теория устойчивости**

---

*(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  
Математическое моделирование и вычислительная математика

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

очная

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижегород  
2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.06 «Колебания и теория устойчивости» 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.06 «Колебания и теория устойчивости» 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* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-6. Способен изучать и применять программное обеспечение, проводить расчётные работы и выполнять обработку результатов исследований	ПК-6.1. <b>Знает</b> методы применения современных программных комплексов, пакетов прикладных программ и автоматизированных систем для решения прикладных задач при проведении исследований	<b>Знать</b> основные понятия теории управления, современные методы исследования в области решения задач теории управления.	<i>Собеседование</i>
	ПК-6.2. <b>Умеет</b> самостоятельно проводить расчётные работы, выбирать и применять современные программные комплексы, пакеты прикладных программ и автоматизированные системы, обрабатывать и анализировать полученные результаты	<b>Уметь</b> осуществлять анализ и выбор методов решения современных прикладных задач управления движением.	<i>Контрольная работа</i>
	ПК-6.3. <b>Имеет практический опыт</b> применения современного программного обеспечения для решения прикладных задач	<b>Владеть</b> опытом применения базовых знаний и современного математического аппарата управления движением при решении прикладных задач.	<i>Контрольная работа</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<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	32
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>22</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР <sup>1</sup> , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них			Всего	
ЗЛеГ <sup>2</sup>	ЗСеГ <sup>3</sup>	ЗЛаГ <sup>4</sup>	Всего				
1.	Ключевые слова теории управления Основное ключевое слово ТУ – обратная связь. Прямая и обратная связь. Примеры. Кибернетика как синтетическая наука. Ключевые слова ТУ и их расшифровка	10	4	2		6	4
2.	Стабилизация верхнего положения маятника механически и средствами управления.	10	4	4		8	2
3.	Левитация и управление	22	8	6		14	8
4.	Авторулевой. «Послушная» и «непослушная» лодки. «Приведение» и «одрерживание». Программное управление. Стратегия управления. Идеальный авторулевой Неидеальности исполнительного и измерительного устройств. Релейное управление. Двухпозиционный авторулевой.	18	8	2		10	8
5.	Исследования Максвелла и Вышнеградского систем прямого регулирования. Математическая модель системы «паровая машина с регулятором». Противоположные выводы исследователей. Изобретение изодрома	10	8	2		10	
6.	Текущий контроль (КСР)	2					
7.	Промежуточная аттестация – экзамен	36					
8.	Итого	108	32	16	0	48	22

<sup>1</sup> Самостоятельная работа обучающегося.

## Очная форма обучения

№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР <sup>1</sup> , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			З.ЛеТ <sup>2</sup>	З.СеТ <sup>3</sup>	З.ЛаТ <sup>4</sup>	Всего	

<sup>2</sup> Занятия лекционного типа.

<sup>3</sup> Занятия семинарского типа.

<sup>4</sup> Занятия лабораторного типа.

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.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: применения базовых знаний и современного математического аппарата управления движением .
- компетенций - ПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

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

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (экзамен).

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)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *задач (практических заданий), контрольных работ* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
<b>плохо</b>	<b>не зачтено</b>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
<b>неудовлетворительно</b>		Уровень знаний ниже минимальных	При решении стандартных задач не	При решении стандартных задач не

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
		требований. Имели место грубые ошибки.	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
<b>удовлетворительно</b>	<b>зачтено</b>	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
<b>хорошо</b>		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
<b>очень хорошо</b>		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
<b>отлично</b>		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
<b>превосходно</b>		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	<b>отлично</b>	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»
	<b>очень хорошо</b>	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»
	<b>хорошо</b>	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»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция

Оценка		Уровень подготовки
		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

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1.	Кибернетика как наука синтетического типа	ПК-6
2.	Задача об авторулевом. Фазовый портрет неуправляемой лодки. Как организовать управление ею?	ПК-6
3.	Цели управления лодкой. Стратегии управления. Оптимальная стратегия.	ПК-6
4.	Линейная стратегия управления лодкой.	ПК-6
5.	Блок-схема реального авторулевого с пояснениями.	ПК-6
6.	Релейный закон управления лодкой. Скользящий режим.	ПК-6
7.	Системы управления Ползунова и Уатта.	ПК-6
8.	Стабилизация верхнего положения маятника механическими средствами и управлением.	ПК-6
9.	Неустойчивость левитации. Теорема Ирншоу. Стабилизация левитации управлением по току.	ПК-6
10.	Стабилизация левитации управлением по напряжению.	ПК-6
11.	Линеаризация обратной связью. Ее преимущества.	ПК-6
12.	Кризис в создании новых скоростных регулируемых паровых машин в начале XIX века. Его причины. Исследования Максвелла и Вышнеградского систем прямого регулирования.	ПК-6
13.	Управление – могучее средство изменения поведения и свойств динамических объектов и систем. Управление как возможность стабилизации механических систем.	ПК-6

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-6

Темы контрольных работ:

1. Язык теории управления механическими системами. Основное ключевое слово.

Примеры управляемых систем.

2. Решение конкретных задач по построению управлений для неустойчивых объектов.
3. Задачи с параметрами в управляемых динамических системах

Пример контрольной работы

1. Кибернетика как наука синтетического типа. Прямая и обратная связи в управляемых динамических системах. Примеры.
2. Понятие состояния динамической системы. Примеры динамических систем и их состояний.
3. Релейный закон управления на конкретном примере.
4. Динамическая система (ДС) описывается следующим дифференциальным уравнением:  $\ddot{x} + \dot{x} + \alpha \dot{x} + \beta x = u(t)$ ,  $\alpha \neq 0$ ,  $\beta \neq 0$ . Найдите СР ДС при  $u(t) \equiv 0$ . При каких  $\alpha$  и  $\beta$  СР будет асимптотически устойчивым? Изобразите.

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

### **а) основная литература:**

1. Неймарк М.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. Динамические модели теории управления. М.: Наука, 1985. 135 экз.
2. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. М.: Наука, 2002. 36 экз.

### **б) дополнительная литература:**

1. Неймарк М.И. Математическое моделирование как наука и искусство: Учебник. 2-е изд., исправ. и доп. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2010. 2 экз.

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

#### **(в соответствии с содержанием дисциплины)**

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/control.htm>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/asymptotic.htm>

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

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 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор

к.т.н., доцент Сандалов В.М.

Заведующий кафедрой  
теоретической,  
компьютерной и  
экспериментальной  
механики

д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30.11.2022 года, протокол № 3