

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
УСТОЙЧИВОСТЬ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.08.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Решение задач Коллоквиум Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мозгунова А.И.
	Идентификатор	R68d473b0-MozgunovaAI-c00ac77

(подпись)


А.И. Мозгунова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e


(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Знание основных положений, определений, теоретических результатов и владение методами теории устойчивости и стабилизации движения динамических систем

Задачи дисциплины

- Изучение ключевых проблем и результатов теории устойчивости движения динамических систем;
- Изучение ключевых проблем и результатов теории стабилизации движения динамических систем;
- Овладение важнейшими методами решения прикладных задач теории устойчивости и стабилизации движения динамических систем;
- Формирование прочных навыков по применению методов исследования устойчивости и стабилизации движения при решении робототехнических задач..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-14 способностью проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин		знать: - Основные положения, определения, теоретические результаты теории устойчивости; - Постановки задач, теоремы о стабилизации и оптимальной стабилизации движения; - Теоремы об устойчивости и неустойчивости движения по первому приближению; - Теоремы об устойчивости и неустойчивости положений равновесия, стационарных движений, теоремы о влиянии на устойчивость равновесия консервативной системы сил различной природы. уметь: - Применять физико-математический аппарат, методы анализа, моделирования, теоретического исследования устойчивости динамических систем; - Пользоваться информационно-справочными компьютерными системами, системами компьютерной алгебры; - Использовать текстовые, графические компьютерные редакторы, программы для создания презентаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы Математики
- знать основы Высшей математики
- знать основы Дискретной математики
- знать основы Информатики
- знать основы Теоретической механики
- знать основы Теории колебаний и динамики машин
- знать основы Теории автоматического управления
- знать основы Вычислительной механики
- знать основы Динамики мехатронных систем
- знать основы Вычислительных методов компьютерного моделирования в механике

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова	17	3	3	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова и подготовка к устному опросу</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать</p>	
1.1	Определение устойчивости. Уравнения возмущённого движения	7		1	-	4	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости	10		2	-	4	-	-	-	-	-	-	4		-

													выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 15-27 [3], 13-39 [4], 127-237
2	Устойчивость стационарных движений	16	4	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Устойчивость стационарных движений"
2.1	Устойчивость равновесия системы при действии потенциальных сил	8	2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Устойчивость стационарных движений". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:
2.2	Механические системы с циклическими координатами	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость стационарных движений" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устойчивость стационарных движений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 38-48 [2], 69-105 [3], 77-97
3	Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия	21	5	-	10	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы"

	консервативной системы												<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу
3.1	Устойчивость линейных систем	7	1	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-
3.2	Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению.	8	2	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-
3.3	Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость равновесия консервативной системы	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-
4	Задачи управления и стабилизации движения	18	4	-	8	-	-	-	-	-	-	6	-
4.1	Задачи стабилизации и оптимальной стабилизации	8	2	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-
4.2	Задача о стабилизации и оптимальной стабилизации по первому приближению	10	2	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-
													<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> "Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 55-76 [3], 97-123 [4], 270-278
													<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи управления и стабилизации движения" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи управления и стабилизации"

														движения" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Задачи управления и стабилизации движения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 85-118 [2], 200-271 [3], 261-285 [4], 278-328
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	108.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	24	33.5		
	Итого за семестр	108.0	16	-	32		2		-	0.5		57.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова

1.1. Определение устойчивости. Уравнения возмущённого движения

Понятие устойчивости по Ляпунову.. Невозмущённое и возмущённое движение.. Определение устойчивого и неустойчивого движения по отношению к фазовым переменным (координатам) системы.. Определение устойчивости по отношению к функциям фазовых переменных (координат) системы.. Орбитальная устойчивость. Условная устойчивость.. Уравнения возмущённого движения. Каноническая форма уравнений возмущённого движения.. Уравнения возмущённого движения в общем случае устойчивости по отношению к функциям фазовых переменных системы.. Асимптотическая устойчивость.. Устойчивость в целом. Устойчивость на конечном интервале времени.. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях.. Устойчивость по части переменных. Асимптотическая устойчивость по части переменных.

1.2. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости

Описание первого и второго (прямого) метода Ляпунова исследования устойчивости.. Знакоопределённая и знакопостоянная функции. Геометрическая интерпретация свойств знакоопределённой функции. Примеры знакоопределённых и знакопостоянных функции.. Критерий Сильвестра.. Теорема Ляпунова об устойчивости.. Метод Четаева построения функции Ляпунова по связке интегралов. Пример: устойчивость вертикальных вращений волчка Лагранжа.. Ограниченная функция.. Функция, допускающая бесконечно малый высший предел.. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.. Теорема Барбашина-Красовского об асимптотической устойчивости.. Определение неустойчивого движения. Определения: области $V > 0$; границы $V = 0$ области $V > 0$; функции, знакоопределённой в области $V > 0$; функции допускающей бесконечно малый высший предел в области $V > 0$.. Теорема Четаева о неустойчивости.. Первая и вторая теорема Ляпунова о неустойчивости.. Теорема Красовского о неустойчивости.

2. Устойчивость стационарных движений

2.1. Устойчивость равновесия системы при действии потенциальных сил

Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия системы.. Теоремы Ляпунова об обращении теоремы Лагранжа.. Теоремы Четаева о неустойчивости положения равновесия.. Коэффициенты устойчивости Пуанкаре.. Формулировка теорем Ляпунова об устойчивости и неустойчивости с использованием понятия коэффициентов Пуанкаре.. Устойчивость положений равновесия однородного эллипсоида на плоскости.. Бифуркация равновесия.. Закон смены устойчивости на некоторой ветви кривой равновесия.. Закон смены устойчивости при переходе от одной кривой равновесия к другой при фиксированном значении параметра.. Следствие из теоремы Ляпунова об устойчивости.

2.2. Механические системы с циклическими координатами

Теорема Рауса.. Теорема Рауса с дополнениями Ляпунова.. Механические системы с циклическими координатами.. Стационарные движения.. Устойчивость стационарных движений.

3. Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы

3.1. Устойчивость линейных систем

Устойчивость линейных систем.. Характеристическая матрица, характеристическое (вековое уравнение). Решение линейных уравнений возмущённого движения.. Критерий Гурвица.. Исследование устойчивости движения осциллятора в вязкой среде.. Определение лямбда-матрицы.. Инвариантные множители, элементарные делители лямбда-матрицы.. Элементарные операции над лямбда- матрицами. Теорема о приведении матрицы к нормальной диагональной форме.. Жорданова матрица.. Канонический вектор, канонические переменные.. Уравнения движения системы в канонических переменных.. Теорема об устойчивости для линейных систем.

3.2. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению.

Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению.. Понятие о критических случаях.

3.3. Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость равновесия консервативной системы

Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость равновесия консервативной системы.. Понятия вековой и временной устойчивости.

4. Задачи управления и стабилизации движения

4.1. Задачи стабилизации и оптимальной стабилизации

Постановка задачи стабилизации и оптимальной стабилизации.. Теорема Красовского об оптимальной стабилизации.. Связь теоремы Красовского об оптимальной стабилизации и принципа максимума Понтрягина.. Пример построения управления, обеспечивающего асимптотическую устойчивость поступательного прямолинейного движения корпуса трёхколёсной тележки.. Стабилизация верхнего положения равновесия маятника с точкой подвеса на колесе..

4.2. Задача о стабилизации и оптимальной стабилизации по первому приближению

Решение задачи об оптимальной стабилизации для линейных систем.. Задача о стабилизации по первому приближению.. Оптимальная стабилизация по первому приближению.. Стабилизация верхнего положения равновесия физического маятника с минимальными затратами энергии.

3.3. Темы практических занятий

1. Определение устойчивости, уравнения возмущённого движения;
2. Функция Ляпунова, основные теоремы об устойчивости и неустойчивости движения;;
3. Устойчивость равновесия систем с потенциальными силами, системы с циклическими координатами, устойчивость стационарных движений;
4. Устойчивость и неустойчивость по первому приближению, критический случай устойчивости;
5. Задачи стабилизации и оптимальной стабилизации.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость стационарных движений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи управления и стабилизации движения"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость стационарных движений"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи управления и стабилизации движения"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
Теоремы об устойчивости и неустойчивости положений равновесия, стационарных движений, теоремы о влиянии на устойчивость равновесия консервативной системы сил различной природы	ПК-14(Компетенция)	+	+	+	+	Расчетно-графическая работа/КМ-5 Задачи управления и стабилизации движения
Теоремы об устойчивости и неустойчивости движения по первому приближению	ПК-14(Компетенция)	+		+		Контрольная работа/КМ-4 Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы
Постановки задач, теоремы о стабилизации и оптимальной стабилизации движения	ПК-14(Компетенция)		+			Коллоквиум/КМ-2. Устный опрос по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова Решение задач/КМ-3. Индивидуальная задача для самостоятельного выполнения по разделу 2 Устойчивость стационарных движений
Основные положения, определения, теоретические результаты теории устойчивости	ПК-14(Компетенция)	+		+		Решение задач/КМ-1. Решение индивидуальной задачи по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова.
Уметь:						
Использовать текстовые, графические компьютерные редакторы, программы для создания презентаций	ПК-14(Компетенция)		+	+	+	Решение задач/КМ-1. Решение индивидуальной задачи по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова.

<p>Пользоваться информационно-справочными компьютерными системами, системами компьютерной алгебры</p>	<p>ПК-14(Компетенция)</p>	<p>+</p>		<p>+</p>	<p>Коллоквиум/КМ-2. Устный опрос по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова Решение задач/КМ-3. Индивидуальная задача для самостоятельного выполнения по разделу 2 Устойчивость стационарных движений</p>
<p>Применять физико-математический аппарат, методы анализа, моделирования, теоретического исследования устойчивости динамических систем</p>	<p>ПК-14(Компетенция)</p>	<p>+</p>		<p>+</p>	<p>Контрольная работа/КМ-4 Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы Расчетно-графическая работа/КМ-5 Задачи управления и стабилизации движения</p>

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-5 Задачи управления и стабилизации движения (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-4 Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1. Решение индивидуальной задачи по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова. (Решение задач)
2. КМ-3. Индивидуальная задача для самостоятельного выполнения по разделу 2 Устойчивость стационарных движений (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-2. Устный опрос по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

По совокупности оценок за семестровую успеваемость и ответ на экзамене

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Меркин, Д. Р. Задачи по теории устойчивости : Учебное пособие для механико-математических и технических специальностей университетов / Д. Р. Меркин, С. М. Бауэр, А. Л. Смирнов . – Москва : Ин-т компьют. исслед., 2002 . – 128 с. - ISBN 5-939721-10-9 .;
2. Рубановский, В. Н. Устойчивость стационарных движений: В примерах и задачах : Учебное пособие для университетов / В. Н. Рубановский, В. А. Самсонов . – Ижевск : РХД, 2003 . – 304 с. – (Науки о Земле) . - ISBN 5-939722-98-9 .;
3. Меркин, Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения / Д. Р. Меркин . – 4-е изд., стереотип . – СПб. : Лань-Пресс, 2003 . – 304 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0313-5 .;
4. Демидович Б. П.- "Лекции по математической теории устойчивости", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2008 - (480 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=123.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Python;
6. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-301, Учебная аудитория кафедры "БИТ"	парта, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Помещения для консультирования	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Устойчивость и стабилизация движения динамических систем

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Решение индивидуальной задачи по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова. (Решение задач)
- КМ-2 КМ-2. Устный опрос по разделу 1 Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова (Коллоквиум)
- КМ-3 КМ-3. Индивидуальная задача для самостоятельного выполнения по разделу 2 Устойчивость стационарных движений (Решение задач)
- КМ-4 КМ-4 Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы (Контрольная работа)
- КМ-5 КМ-5 Задачи управления и стабилизации движения (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	4	8	12	16
1	Устойчивость движения. Основные понятия и теоремы прямого метода Ляпунова						
1.1	Определение устойчивости. Уравнения возмущённого движения		+	+	+		
1.2	Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости					+	+
2	Устойчивость стационарных движений						
2.1	Устойчивость равновесия системы при действии потенциальных сил			+	+		
2.2	Механические системы с циклическими координатами		+				+
3	Устойчивость по первому приближению. Влияние различных сил на устойчивость равновесия консервативной системы						
3.1	Устойчивость линейных систем		+	+	+		+
3.2	Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению.					+	+
3.3	Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость равновесия консервативной системы					+	+
4	Задачи управления и стабилизации движения						
4.1	Задачи стабилизации и оптимальной стабилизации		+			+	+

4.2	Задача о стабилизации и оптимальной стабилизация по первому приближению	+			+	+
	Вес КМ, %:	10	20	10	20	40