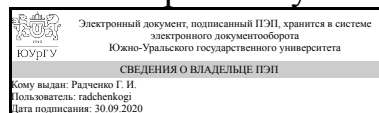


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



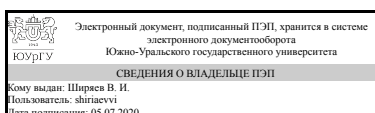
Г. И. Радченко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.01 Математические основы теории управления движением для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

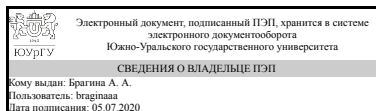
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. А. Брагина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - научить студентов стандартным методам исследования систем управления движением, базирующимся на ряде разделов высшей математики, научить применять полученные навыки к описанию математических моделей систем, их анализу и синтезу. Задача дисциплины - создание фундамента для овладения общей теорией управления и устойчивости движения и разработанными на основе теории методами синтеза и исследования устойчивости систем автоматического управления.

Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины составляют разделы: Задача стабилизации и управления движением. Основные вопросы математической теории управления.

Вспомогательный математический аппарат. Элементы теории устойчивости. Задача об оптимальной стабилизации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Знать: Теорию матричного исчисления, линейные пространства и линейные преобразования, евклидовы пространства и квадратичные формы, алгоритмы построения функций матриц и их свойства; теорему существования и единственности решения для нормальной системы дифференциальных уравнений, методы решения систем линейных дифференциальных уравнений; теорему об управляемости объекта.
	Уметь: Выполнять различные операции с множествами (арифметические операции, нахождение расстояния между множествами, нахождение образа множества); находить опорные функции различных множеств и их пересечений.
	Владеть: Методикой исследования управляемости объекта, описываемого системой дифференциальных уравнений в нормальной форме, из начального на конечное множество за конкретный отрезок времени.
ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Знать: Методики составления дифференциальных уравнений подвижных объектов, метод пространства состояний в теории систем, понятие устойчивости движения, методикой исследования устойчивости систем по первому приближению и вторым методом Ляпунова; критерии управляемости и наблюдаемости линейных систем, теорему о необходимых условиях оптимальности. Знать принцип максимума Понтрягина.
	Уметь: Находить положения равновесия,

	определять их характер и изображать фазовые траектории линеаризованных систем в окрестности положений равновесия для автономных систем; исследовать устойчивость положений равновесия с помощью системы первого приближения и вторым методом Ляпунова.
	Владеть:Методикой применения принципа максимума Понтрягина , методикой синтеза оптимального управления для линейной задачи быстрогодействия.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.08.02 Математический анализ, Б.1.08.01 Алгебра и геометрия	ДВ.1.06.01 Моделирование динамических систем, Б.1.23 Теория автоматического управления, Б.1.30 Механика полета

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.08.02 Математический анализ	Знать представление дифференциальных уравнений в векторном виде, теоремы существования и единственности решения для дифференциальных уравнений и систем, методы решения дифференциальных уравнений и систем.
Б.1.08.01 Алгебра и геометрия	Знать элементы теории матричного исчисления и линейной алгебры: линейные пространства и их линейные преобразования, квадратичные формы, функции матриц.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа (СРС)	40	40
Подготовка к практическим занятиям, к выполнению контрольных работ по материалу разделов 1-4, подготовка к зачету.	40	40
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Задача стабилизации и управления движением.	6	4	2	0
2	Основные вопросы математической теории управления. Вспомогательный математический аппарат.	12	6	6	0
3	Элементы теории устойчивости.	6	2	4	0
4	Задача об оптимальной стабилизации.	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Установочная лекция. Постановка задачи управления: динамика объекта, класс допустимых управлений, пространство состояний, начальное и конечное состояния объекта, критерий качества. Модельные примеры.	2
2	1	Понятие управляемости, существования оптимального управления. Необходимые и достаточные условия оптимальности, единственность оптимального управления.	2
3	2	Элементы вспомогательного математического аппарата, основные определения: образ множества при линейном преобразовании, опорная функция, опорный вектор, опорное множество, опорная гиперплоскость. Выпуклая оболочка множества. Многочисленные отображения, свойства непрерывных многозначных отображений. Экспоненциал матрицы, основные свойства экспоненциала.	2
4,5	2	Системы линейных дифференциальных уравнений. Определения и основные свойства решений. Фундаментальная система решений и фундаментальная матрица. Метод вариации постоянных (метод Лагранжа) Теоремы о структуре общего решения однородной и неоднородной систем. Метод вариации постоянных. Формула Коши. Автономные системы. Симметричная форма записи нормальной автономной системы. Жорданова форма матрицы. Присоединенные векторы и жордановы цепочки. Общее решение системы для матриц 2×2 и 3×3 .	4
6	3	Элементы теории устойчивости. Основные понятия и определения. Устойчивость системы линейных дифференциальных уравнений. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы Четаева и Ляпунова о неустойчивости. Фазовый портрет системы. Положения равновесия нелинейные автономных систем второго порядка. Поведение фазовых траекторий в окрестности негрубых положений равновесия и на всей фазовой плоскости. Предельные циклы.	2
7	4	Постановка линейной задачи быстродействия. Множества достижимости и управляемости линейной системы, их основные свойства. Теорема об управляемости. Теорема существования оптимального управления в	2

		линейной задаче быстродействия. Принцип максимума Понтрягина, его геометрический смысл. Схема применения принципа максимума Понтрягина для линейной задачи быстродействия.. Примеры. Теоретическая контрольная работа №1	
8	4	Понятие о задаче синтеза управлений. Пример. Единственность оптимальных управлений. Задачи управления в условиях неопределенности. Обобщающая лекция. Теоретическая контрольная работа №2.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Постановка задачи программного управления линейной системой. Примеры.	2
2	2	Евклидово векторное пространство, операции сложения и умножения элементов пространства на число, понятия расстояния между элементами, образ множества в линейном преобразовании. Опорные функции, многозначные отображения. Примеры.	2
3	2	Системы линейных дифференциальных уравнений. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Системы неоднородных линейных дифференциальных уравнений. Случай различных корней характеристического уравнения Метод вариации постоянных решения систем.	2
4	2	Вычисление экспоненциала матрицы. Нахождение множеств достижимости и управляемости системы. Контрольная работа №1 "Метод вариации решения систем неоднородных дифференциальных уравнений" (1 час).	2
5,6	3	Устойчивость систем линейных дифференциальных уравнений. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функции Ляпунова. Асимптотическая устойчивость. Теоремы Четаева и Ляпунова о неустойчивости. Фазовый портрет системы. Построение оптимальной функции Ляпунова в случае линейных систем. Контрольная работа №2 "Исследование устойчивости положений равновесия. Фазовый портрет системы " (1 час).	4
7,8	4	Полная управляемость линейных систем. Решение задач синтеза управлений.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям по разделу 1. Подготовка к выполнению самостоятельной работы "Задача программного управления линейной системой"	1) Математические основы теории автоматического управления Т. 1 Учеб. пособие для вузов: В 3 т. В. А. Иванов, В. С. Медведев, Б. К. Чемоданов, А. С. Ющенко ; Под ред. Б. К. Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 550, [1] с. ил. (стр. 11-191). 2) Благодатских, В. И. Введение в оптимальное управление: Линейная теория Учеб. для вузов В. И.	4

	<p>Благодатских. - М.: Высшая школа, 2001. - 238, [1] с. ил. (стр.8-75 3)Вся высшая математика [Текст] Т. 3 Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости учеб. для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов и др. - Изд. 3-е. - М.: URSS : Эдиториал УРСС, 2010. - 237 с.4)Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/</p>	
<p>Подготовка к практическим занятиям по разделу 2. Подготовка к выполнению контрольной работы "Метод вариации решения систем неоднородных дифференциальных уравнений"</p>	<p>1)Математические основы теории автоматического управления Т. 1 Учеб. пособие для вузов: В 3 т. В. А. Иванов, В. С. Медведев, Б. К. Чемоданов, А. С. Ющенко ; Под ред. Б. К. Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 550, [1] с. ил. (стр. 194-390). 2) Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления Учеб. пособие для вузов В. К. Романко. - 2-е изд. - М.: СПб.: Физматлит: Невский диалект: БИИ 3)Вся высшая математика [Текст] Т. 3 Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости учеб. для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов и др. - Изд. 3-е. - М.: URSS : Эдиториал УРСС, 2010. - 237 с. 4)Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/ 5)Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/</p>	<p>10</p>
<p>Подготовка к практическим занятиям по разделу 3, подготовка к выполнению контрольной работы "Исследование устойчивости положений равновесия с помощью системы первого приближения".</p>	<p>1)Математические основы теории автоматического управления Т. 1 Учеб. пособие для вузов: В 3 т. В. А. Иванов, В. С. Медведев, Б. К. Чемоданов, А. С. Ющенко ; Под ред. Б. К. Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 550, [1] с. ил. (стр. 400-444). 2) Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и</p>	<p>10</p>

	<p>вариационного исчисления Учеб. пособие для вузов В. К. Романко. - 2-е изд. - М.: СПб.: Физматлит: Невский диалект: БИНОМ. Лаборатория Базовых, 2002 (стр. 212-251). 3) Вся высшая математика [Текст] Т. 3 Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов и др. - Изд. 3-е. - М.: URSS : Эдиториал УРСС, 2010. - 237 с. 4) Шацкий, О.Е. Методические указания к домашнему заданию по теме «Устойчивость линейных систем автоматического управления». [Электронный ресурс] : метод. указ. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 24 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/</p>	
<p>Подготовка к практическим занятиям по темам раздела 4</p>	<p>1) Математические основы теории автоматического управления Т. 1 Учеб. пособие для вузов: В 3 т. В. А. Иванов, В. С. Медведев, Б. К. Чемоданов, А. С. Ющенко ; Под ред. Б. К. Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 550, [1] с. ил. (стр. 301-390). 2) Благодатских, В. И. Введение в оптимальное управление: Линейная теория Учеб. для вузов В. И. Благодатских. - М.: Высшая школа, 2001. - 238, [1] с. ил. (стр. 105-234). 3) Кунцевич, В. М. Синтез оптимальных и адаптивных систем управления: Игровой подход В. М. Кунцевич, М. М. Лычак; Акад. наук УССР, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. - Киев: Наукова думка, 1985. - 247 с. ил. (стр. 15-39). 4) Красовский, Н. Н. Теория управления движением: Линейные системы Н. Н. Красовский. - М.: Наука, 1968. - 475 с. 5) Власов, В.А. Методы оптимизации и оптимального управления: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / В.А. Власов, А.О. Толоконский. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/6) Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/7) 2. Оптимальное управление движением. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Александров [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 376 с. —</p>	<p>10</p>

	Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/	
Подготовка к зачету	<p>1) Математические основы теории автоматического управления Т. 1 Учеб. пособие для вузов: В 3 т. В. А. Иванов, В. С. Медведев, Б. К. Чемоданов, А. С. Ющенко ; Под ред. Б. К. Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 550, [1] с. ил. (стр. 11-191). 2) Благодатских, В. И. Введение в оптимальное управление: Линейная теория Учеб. для вузов В. И. Благодатских. - М.: Высшая школа, 2001. - 238, [1] с. ил. (стр. 8-75) 3) Вся высшая математика [Текст] Т. 3 Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов и др. - Изд. 3-е. - М.: URSS : Эдиториал УРСС, 2010. - 237 с. 4) Кунцевич, В. М. Синтез оптимальных и адаптивных систем управления: Игровой подход В. М. Кунцевич, М. М. Лычак; Акад. наук УССР, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. - Киев: Наукова думка, 1985. - 247 с. ил. (стр. 15-39). 5) Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2097</p> <p>6) Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/7) 2. Оптимальное управление движением. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Александров [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 376 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/8) Шацкий, О.Е. Методические указания к домашнему заданию по теме «Устойчивость линейных систем автоматического управления». [Электронный ресурс] : метод. указ. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 24 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/9) Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/</p>	6

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Установочная лекция	Лекции	Установочная лекция призвана заинтересовать студентов в данном предмете через определение его места и роли в системе наук. Задача установочной лекции - "Математические основы теории управления движением"- активизировать самостоятельную деятельность студента, мотивировать изучение дисциплины.	1
Обобщающая лекция	Лекции	Обобщающая лекция по завершении изучаемого курса призвана создать общую картину связи между дисциплинами с формулировкой задач, ответы на которые можно найти, изучая материал следующих дисциплин .	1

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Использование проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода к изучению наук	Чтение установочных и обобщающих лекций.

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Задача стабилизации и управления движением.	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Теоретическая контрольная работа №1 (Т-1)	Все вопросы варианта задания
Основные вопросы математической теории управления.	ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию	Контрольная работа №1 (ПК-1)	Все задачи

Вспомогательный математический аппарат.	научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач		
Элементы теории устойчивости.	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Контрольная работа №2 (ПК-2)	Все задачи
Задача об оптимальной стабилизации.	ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Теоретическая контрольная работа №2 (Т-2)	Все вопросы варианта задания
Все разделы	ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Проверка домашних заданий в семестре (П-1)текущий контроль)	Самостоятельное решение студентом домашних заданий
Все разделы	ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Проверка конспекта лекций (Т-3, текущий контроль)	Рукописные записи студентом всех лекционных занятий.
Все разделы	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Зачет (ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ)	Зачетная работа
Все разделы	ПК-4 способностью на основе системного подхода	Бонусные баллы	Все

	анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения		
--	--	--	--

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Теоретическая контрольная работа №1 (Т-1)	Контрольная точка Т-1 проводится на лекции после изучения тем разделов 1,2 и 3. Продолжительность – 20 минут. Она содержит 3 теоретических вопроса (требуется привести определение, формулу или свойства). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. При оценке используется следующая шкала: 15 баллов – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 0 баллов – изложено неверно. Вес мероприятия - 0,15 , максимальный балл - 15 .	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.
Теоретическая контрольная работа №2 (Т-2)	Контрольная точка Т-2 проводится на лекции после изучения тем разделов 3 и 4. Продолжительность – 20 минут. Она содержит 3 теоретических вопроса (требуется привести определение, формулу или свойства). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. При оценке используется следующая шкала: 15 баллов – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 0 баллов – изложено неверно. Вес мероприятия - 0,15 , максимальный балл - 15 .	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.
Зачет	Промежуточная аттестация включает	Зачтено: Набрано не менее

<p>(ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ)</p>	<p>мероприятие: зачетная работа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Зачетная работа проводится во время зачета в письменной форме. Студенту дается 4 задачи, содержащих теоретическое обоснование, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. Решение каждой задачи оценивается по 25-балльной системе: – правильный ответ оценивается в 25 баллов; правильный ответ с незначительными неточностями или упущениями соответствует 20 баллам; правильный ответ с незначительными ошибками оценивается в 15 баллов; правильный ответ с ошибками соответствует 10 баллам; правильный ответ с грубыми ошибками оценивается в 5 баллов; – неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллам. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. По результатам проверки зачетной работы и собеседования после подсчета суммы баллов, рассчитывается рейтинг обучающегося по промежуточной аттестации как процент набранных на зачете баллов данным студентом от максимально возможных баллов. Максимальное количество баллов – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1</p>	<p>60 баллов. Дополнительным условием получения оценки "зачтено" может стать систематическая активная работа на практических занятиях. Не зачтено: Набрано менее 60 баллов.</p>
<p>Контрольная работа №1 (ПК-1)</p>	<p>Контрольная точка Пк-1 проводится на последнем практическом занятии после изучения части разделов 1 и 2. Она содержит 5 задач по темам: Системы линейных дифференциальных уравнений. Определения и основные свойства решений. Фундаментальная система решений и фундаментальная матрица. Метод вариации постоянных (метод Лагранжа) Теоремы о структуре общего решения однородной и неоднородной систем. Метод вариации постоянных. Формула Коши. Автономные системы. Симметричная форма записи нормальной автономной системы.. Жорданова форма матрицы. Присоединенные векторы и жордановы цепочки. Общее решение системы для матриц 2x2 и 3x3. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их решение на отдельных листках. При оценивании результатов мероприятия</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>

	используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается в 5 баллов. Вес мероприятия - 0,25 , максимальный балл- 25	
Контрольная работа №2 (ПК-2)	<p>Контрольная точка Пк-2 проводится на последнем практическом занятии после изучения части раздела 3. Она содержит 5 задач по темам: Элементы теории устойчивости. Основные понятия и определения. Устойчивость системы линейных дифференциальных уравнений. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы Четаева и Ляпунова о неустойчивости. Фазовый портрет системы. Положения равновесия нелинейные автономных систем второго порядка. Поведение фазовых траекторий в окрестности негрубых положений равновесия и на всей фазовой плоскости. Предельные циклы. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их решение на отдельных листках. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается в 5 баллов. Вес мероприятия - 0,25 , максимальный балл- 25</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>
Проверка конспекта лекций (Т-3, текущий контроль)	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Контрольная точка Т-6 служит для учета посещаемости студентами лекций и практических занятий по дисциплине, а также для оценки правильности оформления студентами конспекта лекций. Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта лекций и при наличии полного конспекта выставляет баллы за контрольную точку, используя шкалу соответствия баллов процентам посещаемости: 8 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 7 за 80–89%, 6 за 70–79%, 5 за 60–69%, 4 за 50–59%, 3 за 40–49%, 2 за 30–39%, 1 за 20–29%, 0 за 0–19%. Если конспект неполный, то балл за контрольную точку Т3 равен 0. Вес мероприятия - 0,10 , максимальный балл - 10 .</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>

<p>Проверка домашних заданий в семестре (П-1) текущий контроль)</p>	<p>Номера домашних заданий выдаются на каждом занятии по пройденной теме. Сборники задач указаны в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Домашняя работа выполняется студентом в отдельной тетради, предоставляется преподавателю на каждом практическом занятии (Активная познавательная деятельность в балльно-рейтинговой системе П-1). Вес мероприятия - 0,10. Максимальное число баллов - 10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>
<p>Бонусные баллы</p>	<p>Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по математическим дисциплинам. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). На контрольных работах возможно решение задач повышенной сложности для подготовки к олимпиадам по математике, за которые студент может получить бонусные баллы. Максимальный балл за верно решенную задачу повышенной сложности 2 балла. Максимально возможная величина бонус-рейтинга составляет +15 %.</p>	<p>Зачтено: Зачтено: +15% за победу в олимпиаде международного уровня по математике, физике, электротехнике +10% за победу в олимпиаде российского уровня по математике, физике, электротехнике +5% за победу в олимпиаде университетского уровня; Не зачтено: -</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
<p>Теоретическая контрольная работа №1 (Т-1)</p>	<p>Содержание варианта теоретической контрольной работы №1 Теор. КР№1_ТУдв..pdf</p>
<p>Теоретическая контрольная работа №2 (Т-2)</p>	<p>Содержание варианта теоретической контрольной работы №2 Теор. КР№2_ТУ дв..pdf</p>
<p>Зачет (ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Множества. Алгебраическая сумма множеств. Образ множества при линейном преобразовании 2. Опорные функции. Свойства опорных функций. Выпуклая оболочка множества 3. Непрерывные многозначные отображения и их свойства 4. Экспоненциал матрицы, его основные свойства 5. Общее решение (ОР) и частное(ЧР) решения системы ОДУ. Понятие фундаментальной системы решений (ФСР). Определитель Вронского. Теорема о структуре ОР однородной и неоднородной систем ОДУ 6. Системы линейных ОДУ с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. 7. Построение ФСР ОДУ для различных корней характеристического уравнения. Структура ФСР в случае кратных корней. 8. Метод вариации решения систем ОДУ. Формула Коши. 9. Сведение ОДУ к линейной системе 10. Понятие первых интегралов систем ОДУ. Понижение порядка системы. 11. Нормальные автономные системы ОДУ. Симметричная форма

	<p>записи.</p> <p>12. Основные понятия и определения теории устойчивости. Положение равновесия систем. ДУ возмущенного движения.</p> <p>13. Устойчивость систем линейных ОДУ</p> <p>14. Устойчивость по первому приближению. Теоремы Ляпунова</p> <p>15. Устойчивость и асимптотическая устойчивость систем ОДУ. Теоремы Ляпунова</p> <p>16. Устойчивость и асимптотическая устойчивость систем ОДУ. Функции Ляпунова</p> <p>17. Теорема Ляпунова о неустойчивости</p> <p>18. Теорема Четаева о неустойчивости</p> <p>19. Особые точки. Фазовый вектор. Фазовый портрет системы</p> <p>20. Поведение фазовых траекторий на фазовой плоскости. Все случаи действительных простых корней</p> <p>21. Поведение фазовых траекторий на фазовой плоскости. Действительные кратные корни</p> <p>22. Поведение фазовых траекторий на фазовой плоскости. Все случаи комплексно-сопряженных корней</p> <p>23. Множества достижимости и управляемости линейной системы</p> <p>24. Теорема существования оптимального управления в линейной задаче быстрогодействия.</p> <p>25. Принцип максимума Понтрягина, его геометрический смысл,, эквивалентные формулировки</p> <p>26. Схема решения задачи синтеза управлений для задачи быстрогодействия</p> <p>Вариант№2_зачетная работа.pdf; Вариант№1_зачетная работа.pdf</p>
Контрольная работа №1 (ПК-1)	Практ. КР№1_ТУдв..pdf
Контрольная работа №2 (ПК-2)	Практ. КР№2_ТУдв..pdf
Проверка конспекта лекций (Т-3, текущий контроль)	Конспект ведется в течение семестра, записывается каждое лекционное занятие. Если студент по каким-либо причинам пропустил лекцию, он может ее восстановить, взяв конспект другого студента или законспектировать самостоятельно пропущенный материал по источникам, указанным в разделе "Информационное обеспечение дисциплины"
Проверка домашних заданий в семестре (П-1)текущий контроль)	Номера заданий выдаются на каждом занятии по пройденной теме. Сборники задач указаны: ПУМД: основ.литература п. 1, п. 2, допол.лит-ра п.2, ЭУМД: п.5,
Бонусные баллы	-

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Благодатских, В. И. Введение в оптимальное управление: Линейная теория Учеб. для вузов В. И. Благодатских. - М.: Высшая школа, 2001. - 238, [1] с. ил.
2. Вся высшая математика [Текст] Т. 3 Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов и др. - Изд. 3-е. - М.: URSS : Эдиториал УРСС, 2010. - 237 с.

б) дополнительная литература:

1. Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления Учеб. пособие для вузов В. К. Романко. - 2-е изд. - М.: СПб.: Физматлит: Невский диалект: БИНОМ. Лаборатория Базовых, 2002
2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко; Под ред. В. К. Романко. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 255,[1] с.
3. Кунцевич, В. М. Синтез оптимальных и адаптивных систем управления: Игровой подход В. М. Кунцевич, М. М. Лычак; Акад. наук УССР, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. - Киев: Наукова думка, 1985. - 247 с. ил.
4. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи Текст учеб. пособие для вузов по мат. направлениям и специальностям В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Изд. 2-е, перераб. доп. - М.: Физматлит, 2007. - 255 с.
5. Красовский, Н. Н. Теория управления движением: Линейные системы Н. Н. Красовский. - М.: Наука, 1968. - 475 с. черт.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Известия Академии наук. Теория и системы управления науч. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Гос. науч.-исслед. ин-т авиац. систем (ГосНИИАС) журнал. - М.: Наука, 1995-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Математические основы теории управления движением"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Методические указания по освоению дисциплины "Математические основы теории управления движением"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Власов, В.А. Методы оптимизации и оптимального управления: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / В.А. Власов, А.О. Толоконский. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75855 .	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости.	Электронно-библиотечная система	Интернет / Свободный

		[Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/	издательства Лань	
3	Основная литература	Оптимальное управление движением. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Александров [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 376 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
4	Дополнительная литература	Шацкий, О.Е. Методические указания к домашнему заданию по теме «Устойчивость линейных систем автоматического управления». [Электронный ресурс] : метод. указ. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 24 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/58429	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
5	Дополнительная литература	Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/70710	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	205 (3г)	компьютерная техника, мультимедийный проектор, настольная видеокамера и экран