ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Войнов И. В.
Пользователь: voinoviv
Дата подписания: 23.12.2020

И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.31 Устойчивость и управляемость
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 22.12.2020

В. И. Киселев

Разработчик программы,
старший преподаватель

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бесков А. И.
Пользователь: beskovai
Дата подписания: 22.12.2020

А. И. Бесков

Миасс

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является: обучение студентов основным принципам и законам управления полётом ракет и других ракетных систем, которые необходимы при исследовании, проектировании, производстве, испытаниях и эксплуатации баллистических ракет, крылатых ракет, космических аппаратов, ракет-носителей, ракетных систем многоразового применения, систем противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны, беспилотных летательных аппаратов, воздушно-космических самолётов, разгонных ступеней, систем авиационно-ракетного и тактического вооружения, спускаемых аппаратов и их бортовых систем управления. Освоение дисциплины решает следующие задачи: студенты приобретают знания об основных принципах и методах исследования управления полётом ракет и ракетных систем, о построении законов программного управления полётом, о синтезе законов управления по обратной связи, математическом моделировании полёта, выборе основных проектных параметров разрабатываемых изделий и их бортовых систем управления по критерию устойчивость - управляемость, о подготовке к производству, проведении наземных и лётных испытаний, о сдаче в эксплуатацию и сопровождении готовых изделий в эксплуатации.

Краткое содержание дисциплины

Введение Уравнения состояния систем управления Устойчивость Управляемость Законы управления. Линеаризация дифференциальных уравнений Системы управления второго порядка Уравнения углового движения Кинематические уравнения углового движения Балансировочные уравнения. Законы наведения

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Знать:Руководящие, методические и нормативные документы, необходимые для разработки системы управления
	Уметь:Разрабатывать материалы в проектные документы по системе управления в соответствии с методическими и нормативными документами
	Владеть:Определение состава и требований к участкам функционирования системы управления разрабатываемых КА
ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Знать:Основные положения и закономерности баллистики ракет и других летательных аппаратов, основные принципы управления поступательным и вращательным движениями в космосе и в атмосфере
	Уметь:Составлять математические модели и получать решения в виде законов управления по обратной связи, в том числе на основе аналитического решения упрощенных

	дифференциальных уравнений движения и численного приближённого решения полной системы дифференциальных уравнений движения, получать оценки проектных параметров перспективных ракет и ЛА и их бортовых систем управления
	Владеть:Методами анализа строгих математических моделей и синтеза законов управления ракетами и другими ЛА по обратной связи на различных отрезках траектории полёта.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Физика, Б.1.09 Теоретическая механика	Б.1.32 Наземные и летные испытания, Б.1.27 Устройство и конструкция ракет

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

Дисциплина	Требования
Б.1.09 Теоретическая механика	Знать: основные законы теоретической механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей; Уметь: использовать базовые положения математики при решении задач статики, кинематики и динамики; Владеть: навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения законов механики.
Б.1.06 Физика	Знать: основные физические теории, позволяющие описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; Уметь: использовать научно-техническую литературу для получения профессиональных знаний; Владеть: навыками по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий.

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

		9
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	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 работе по решению задач	20	20
Подготовка к зачету	10	10
Подготовка реферета	5	5
Аннотирование литературы	5	5
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	Введение	1	1	0	0
2	Уравнения состояния систем управления	1	1	0	0
3	Устойчивость	3	1	2	0
4	Управляемость	3	1	2	0
5	Законы управления	3	1	2	0
6	Линеаризация дифференциальных уравнений	3	1	2	0
7	Системы управления второго порядка	4	2	2	0
8	Уравнения углового движения	6	2	4	0
9	Кинематические уравнения углового движения	1	1	0	0
10	Балансировочные уравнения	2	1	1	0
11	Законы наведения	5	4	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия и термины теории управляемых систем. Замкнутая управляемая система. Объект управления. Управляемая величина. Задающее воздействие. Рассогласование (ошибка). Возмущающее воздействие. Классификация систем управления.	1
2	2	Линейные стационарные системы. Линейные нестационарные системы. Нелинейные системы управления. Релейная система. Система управления с запаздыванием.	1
3	3	Общие сведения об устойчивости. Невозмущённое и возмущённое движения. Понятие устойчивости по Ляпунову. Предельный цикл. Устойчивость периодических движений. Характеристическое уравнение для стационарных систем. Собственные значения и векторы . Асимптотическая устойчивость. Область и границы устойчивости. Критерии устойчивости. Чувствительность систем управления.	1
4	4	Понятие управляемости. Полная управляемость. Управляемость линейной	1

		стационарной системы. Линейная нестационарная система. Сопряжённая система.	
5	5	Программы управления. Временная и параметрическая программы управления. Линейные алгоритмы управления. Пропорциональное управление. Управление по производным. Интегральное управление. Изодромное управление.	1
6	6	Линеаризация уравнений управляемых систем. Разложение функции по степеням малых отклонений. Замена криволинейных зависимостей прямолинейными. Запись линеаризованных уравнений. Передаточные функции.	1
7	7	Фазовая плоскость. Положения равновесия автономных систем второго порядка. Предельные циклы. Фазовые траектории консервативных систем. Построение фазовых траекторий на основе решения дифференциальных уравнений.	2
8	8	Теорема о кинетическом моменте. Теорема об изменении кинетического момента относительно подвижного центра. Уравнения углового движения в проекциях на оси связанной системы координат. Моменты инерции.	2
9	9	Вывод кинематических уравнений. Углы Эйлера. Упрощение уравнений углового движения. Угловые развороты космических аппаратов. Оптимальный разворот. Разворот за назначенное время. Разворот с ограничением на угловую скорость.	1
10	10	Балансировочное равновесие по углам Эйлера. Балансировочный угол атаки. Аэродинамические органы управления. Малые ракетные двигатели.	1
11	11	Кинематические методы наведения. Метод погони. Метод пропорционального сближения. Наведение с упреждением.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	3	• Решение задач на устойчивость.	2
3-4	4	• Решение задач на управляемость.	2
5-7	5	• Построение законов управления в задачах движения спутника.	2
8-9	6	• Вывод линеаризованных уравнений состояния.	2
10-12	7	• Решение задач устойчивости и управления в системах второго порядка	2
13-16	8	• Вывод уравнений углового движения. Упрощение уравнений.	4
17	10	• Вычисление балансировочных углов атаки и скольжения.	1
18	11	• Построение законов наведения	1

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 работе по решению задач	1. Соловьев, В. А. Управление космическими полетами : учебное пособие. В 2-х ч. Ч. 2 / В. А. Соловьев, Л. Н. Лысенко, В. Е. Любинский ; под общ.	20

	ред. Л. Н. Лысенко. - М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. -426 с. : ил.	
Подготовка к зачету	Основная и доп. лит-ра	10
Подготовка реферата	Основная и доп. лит-ра	5
Аннотирование литературы	Основная и доп. лит-ра	5

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Решение практических задач	Практические занятия и семинары	Разработка законов программного управления угловыми разворотами космических аппаратов с помощью ракетных двигателей	16

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Решение практических задач	Разработка законов программного управления угловыми разворотами космических аппаратов с помощью ракетных двигателей

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
Все разделы	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Зачет	1-8
Все разделы	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Зачет	1-8
Устойчивость	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Аннотирование литературы по теме "Критерий Гурвица"	1
Устойчивость	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-	Аннотирование литературы по теме	1

	космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	"Критерий Найквиста"	
Устойчивость	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Аннотирование литературы по теме "Критерий Михайлова"	1
Все разделы	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Реферат	1

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Аннотирование литературы по теме "Критерий Гурвица"	Аннотирование литературы по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полное аннотирование литературы соответствует 5 баллам. Частично полное аннотирование литературы соответствует 3 баллам. Отсутствие аннотирования литературы соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Аннотирование литературы по теме "Критерий Найквиста"	Аннотирование литературы по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полное аннотирование литературы соответствует 5 баллам. Частично полное аннотирование литературы соответствует 3 баллам. Отсутствие аннотирования литературы соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Аннотирование литературы по теме	Аннотирование литературы по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на	Зачтено: рейтинг обучающегося за

"Критерий Михайлова"	последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полное аннотирование литературы соответствует 5 баллам. Частично полное аннотирование литературы соответствует 3 баллам. Отсутствие аннотирования литературы соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Реферат	Реферат выполняется студентом в течении изучения данной дисциплины и предоставляется на практическом занятии. Тему реферата студент выбирает самостоятельно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Реферат оценивается в 10 баллов. Общий балл складывается из следующих показателей: Творческий характер работы – 4 балла Логичность и обоснованность выводов - 4 балла. Умение ответить на вопросы - 2 балл. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1. Развороты, оптимальные по быстродействию: 2. Структура закона управления с идеализированными ракетными двигателями. 3. Структура закона управления с линейной аппроксимацией переходных процессов в ракетных двигателях. 4. Структура закона управления с экспоненциальной аппроксимацией динамики тяги ракетных двигателей при пуске и останове. 5. Развороты за назначенное время: 6. Структура закона управления с идеализированными ракетными двигателями. 7. Структура закона управления с линейной аппроксимацией переходных процессов в ракетных двигателях. 8. Структура закона управления с экспоненциальной аппроксимацией динамики тяги ракетных двигателей при пуске и останове.
Аннотирование литературы по теме "Критерий Гурвица"	Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000473107
Аннотирование литературы по теме "Критерий Найквиста"	Павлюк, Ю. С. Основы устойчивости движения баллистических ракет с жестким корпусом : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] Ю. С. Павлюк, В. Д. Сакулин. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. - 53 с. : ил.
Аннотирование литературы по теме "Критерий Михайлова"	Павлюк, Ю. С. Стабилизация движения ракеты с учетом упругих свойств ее корпуса : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / Ю. С. Павлюк, В. Д. Сакулин. – Челябинск : Изд. ЮУрГУ, 2002. – электрон. Текстовые дан.
Реферат	1) балансировочный угол атаки; 2) эффект резонанса продольной угловой скорости в динамике спуска КА; 3) управление ЛА с использованием РДТТ

	малой тяги; 4) управление ЛА с использованием аэродинамических органонов; 5) стабилизация ЛА с использованием аэродинамических поверхностей; 6) оценка эффективности органов управления; 7) стабилизация и управление КА на орбите с использованием реактивных органов; 8) стабилизация и управление КА на орбите с использованием маятниковых систем; 9) управление ЛА с использованием подвижных грузов; 10) критерии, используемые при анализе технической устойчивости; 11) стабилизация и управление высокоманевренных ЛА; 12) стабилизация и управление гиперзвуковых ЛА; 13) учет подвижности жидкости в баках на динамику продольного движения ракеты; 14) учет колебаний корпуса на динамику продольного движения ракеты; 15) автомат стабилизации

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ванько, В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Текст] : учебник для вузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 487 с. : ил. - (МАТЕМАТИКА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ; Вып. 15).

б) дополнительная литература:

1. Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000473107
2. Динамика ракет : учебник для студентов вузов / К. А. Абгарян, Э. Л. Калязин, В. П. Мишин и др. - М. : Машиностроение, 1990. - 464 с. : ИЛ.
3. Лысенко, Л. Н. Наведение и навигация баллистических ракет : учебное пособие / Л. Н. Лысенко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007
4. Соловьев, В. А. Управление космическими полетами : учебное пособие. В 2-х ч. Ч. 1 / В. А. Соловьев. - М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 476 с. : ил.
5. Федосеев, В. И. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов : учебное пособие / В. И. Федосеев, М. П. Колосов. - М. : Логос, 2007
6. Калугин, В. Т. Аэрогазодинамика органов управления полетом летательных аппаратов : учебное пособие / В. Т. Калугин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Александров, А.Ю. Сборник задач и упражнений по теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Александров, Е.Б. Александрова, А.В. Екимов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71702

2. Арсеньев, В.Д. Расчет и синтез параметров гиростабилизаторов для маневренных объектов. Часть 1. «Расчет возмущающих моментов в гиростабилизаторах для маневренных объектов» [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2013. — 44 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52607

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Александров, А.Ю. Сборник задач и упражнений по теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Александров, Е.Б. Александрова, А.В. Екимов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71702

4. Арсеньев, В.Д. Расчет и синтез параметров гиростабилизаторов для маневренных объектов. Часть 1. «Расчет возмущающих моментов в гиростабилизаторах для маневренных объектов» [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2013. — 44 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52607

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Павлюк, Ю. С. Основы устойчивости движения баллистических ракет с жестким корпусом : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] Ю. С. Павлюк, В. Д. Сакулин. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. - 53 с. : ил.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Павлюк, Ю. С. Стабилизация движения ракеты с учетом упругих свойств ее корпуса : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / Ю. С. Павлюк, В. Д. Сакулин. – Челябинск : Изд. ЮУрГУ, 2002. – электрон. Текстовые дан.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Дегтярь, Б. Г. Кавитация и POGO- неустойчивость : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] Б. Г. Дегтярь. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 1997.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Майлыбаев, А.А. Многопараметрические задачи устойчивости [Электронный ресурс] : / А.А. Майлыбаев, А.П. Сейранян. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 398 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59583	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Дополнительная литература	Матросов, В.М. Теория устойчивости многокомпонентных нелинейных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М.	Электронно-библиотечная система	Интернет / Авторизованный

		Матросов, Р.И. Козлов, Н.И. Матросова. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 184 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59482	издательства Лань	
6	Основная литература	Рябова, А.В. Элементы теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Рябова, Тертычный-В.Ю. Даури. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2015. — 210 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
7	Основная литература	Ильин, А.В. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электронный ресурс] : / А.В. Ильин, С.В. Емельянов, С.К. Коровин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 198 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
8	Основная литература	Рябова, А.В. Элементы теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Рябова, Тертычный-В.Ю. Даури. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2015. — 210 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
9	Основная литература	Бахратов, А.Р. Модификация конструкционных материалов для деталей и узлов приборов ориентации, стабилизации и навигации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Р. Бахратов, А.В. Шишлов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2013. — 52 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52256	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
10	Основная литература	Бахратов, А.Р. Исследование операций сборки и регулировки узлов и приборов ориентации, стабилизации и навигации: метод. указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Технология сборки и регулировки приборов риентации, стабилизации и навигации» [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Р. Бахратов, А.В. Шишлов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2014. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58524	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
11	Основная литература	Формальский А. М. Управление движением неустойчивых объектов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59679	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
12	Основная литература	Ельцин, С.И. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: учебное	Электронно-библиотечная	Интернет / Авторизованный

		пособие для вузов. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2011. — 101 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101	система издательства Лань	
13	Основная литература	Ельцин, С.И. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2011. — 101 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
14	Основная литература	Ильин, А.В. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электронный ресурс] : / А.В. Ильин, С.В. Емельянов, С.К. Коровин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 198 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

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
Практические занятия и семинары	313 (5)	Компьютеры с доступом к Интернету