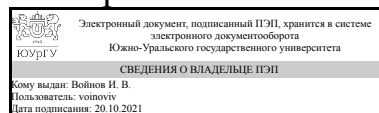


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



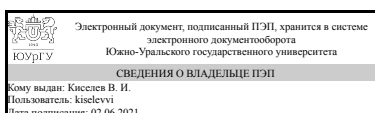
И. В. Войнов

## 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

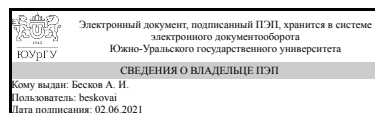
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. И. Киселев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



А. И. Бесков

## 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)
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.

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

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.06 Физика	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
<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
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40
Подготовка реферата	10	10
Подготовка к зачёту	15	15
Аннотирование литературы по темам	15	15
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 стационарной системы. Линейная нестационарная система. Сопряжённая	1

		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
Аннотирование литературы по темам	Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет : учебное пособие для вузов / Ю. С. Павлюк. - Челябинск : ЧГТУ, 1996. - 92 с. Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных	15

	аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 413 с.	
Подготовка реферата	Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет : учебное пособие для вузов / Ю. С. Павлюк. - Челябинск : ЧГТУ, 1996. - 92 с. Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 413 с.	10
Подготовка к зачёту	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. ред. Л. Н. Лысенко. - М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. -426 с. : ил.	15

## 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	Зачет	1-8

	знания		
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-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Аннотирование литературы по теме "Критерий Найквиста"	1
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	Аннотирование литературы по теме осуществляется во	Зачтено: рейтинг

литературы по теме "Критерий Найквиста"	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.	обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Аннотирование литературы по теме "Критерий Михайлова"	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 %
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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развороты, оптимальные по быстродействию:</li> <li>2. Структура закона управления с идеализированными ракетными двигателями.</li> <li>3. Структура закона управления с линейной аппроксимацией переходных процессов в ракетных двигателях.</li> <li>4. Структура закона управления с экспоненциальной аппроксимацией динамики тяги ракетных двигателей при пуске и останове.</li> <li>5. Развороты за назначенное время:</li> <li>6. Структура закона управления с идеализированными ракетными двигателями.</li> <li>7. Структура закона управления с линейной аппроксимацией переходных процессов в ракетных двигателях.</li> <li>8. Структура закона управления с экспоненциальной аппроксимацией динамики тяги ракетных двигателей при пуске и останове.</li> </ol>
Аннотирование	Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в



литературы по теме "Критерий Гурвица"	задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000473107">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000473107</a>
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	

## 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](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:

Не предусмотрены

#### 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71702)

2. Арсеньев, В.Д. Расчет и синтез параметров гиросtabilизаторов для маневренных объектов. Часть 1. «Расчет возмущающих моментов в гиросtabilизаторах 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52607)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71702)

2. Арсеньев, В.Д. Расчет и синтез параметров гиросtabilизаторов для маневренных объектов. Часть 1. «Расчет возмущающих моментов в гиросtabilизаторах 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52607)

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Майлыбаев, А.А. Многопараметрические задачи устойчивости [Электронный ресурс] : / А.А. Майлыбаев, А.П. Сейранян. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 398 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59583">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59583</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700</a>
3	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	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.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71198</a>
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101</a>
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Матросов, В.М. Теория устойчивости многокомпонентных нелинейных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Матросов, Р.И. Козлов, Н.И. Матросова. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 184 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59482">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59482</a>
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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 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), 2014. — 80 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58524">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58524</a>
9	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	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.
10	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Формальский А. М. Управление движением неустойчивых объектов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 230 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59679">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59679</a>
11	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Дегтярь, Б. Г. Кавитация и РОГО- неустойчивость : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] Б. Г. Дегтярь. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 1997.
12	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59700</a>
13	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64101</a>
14	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52256">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52256</a>

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(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	315 (5)	Компьютеры с доступом к Интернету; MATLAB, Simulink 2013b (Math Works: б/н от 21.01.14) Office*