ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Телегин А. И.
Пользователь: teleginai
Дата подписания: 17.01.2020

А. И. Телегин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

дисциплины Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники
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.

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: 16.12.2019

В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.физ-мат.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Биткин С. А.
Пользователь: bitkinsa
Дата подписания: 05.12.2019

С. А. Биткин

Миасс

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование системы профессиональных знаний и практических навыков у студентов в области общих принципов математического моделирования функционирования ракетно-космических систем и комплексов, а также использования математических моделей для решения задач проектирования, анализа, синтеза и оптимизации, возникающих при исследовании и создании этих объектов и систем. Задачи изучения дисциплины (минимально необходимый комплекс знаний и умений). Иметь представление: о классификации математических моделей систем и процессов, которые используются для исследования и проектирования авиационной техники и её функционирования; о методиках создания математических моделей для решения задач в научных, инженерных и конструкторских исследованиях; о методиках разработки основных математических моделей систем и процессов для решения задач, возникающих при научных и инженерных исследованиях функионирования ракетно-космических систем и комплексов; - о методах оценки адекватности математических моделей и изучаемых объектов; - о задачах анализа, синтеза и оптимизации с помощью математического моделирования. Знать и уметь использовать: основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации; основные типы математических моделей систем и алгоритмы их реализации; методы анализа, синтеза и оптимизации авиационных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей. Иметь опыт: разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектировния объектов авиационной техники.

Краткое содержание дисциплины

"Математические модели функционирования ракетно-космических систем и комплексов" является одной из основных дисциплин, формирующих общетехнический уровень инженера- конструктора по специальности "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно- космических комплексов". В рамках этой дисциплины будущему инженеру - конструктору предоставляется возможность изучения одного из основных подходов исследования объектов авиационной техники. Главная цель, которая ставится при создании и исследовании модели, – это получение результата с наименьшими затратами ресурсов, денежных средств и времени. Применение методов математического моделирования систем и процессов позволяет существенно ускорить и автоматизировать решение многих сложных инженерных задач, возникающих как при создании, так и при отработке и эксплуатации ракетно-космических систем. А главное, даёт возможность исследовать её поведение в критических и аварийных режимах, которое невозможно реализовать ни при натурных испытаниях исследуемого объекта или системы, ни при его эксплуатации. Успешное решение инженерных задач методами как физического, так и математического моделирования зависит от точности и состоятельности изучаемых моделей, от их качества и способности представлять новую информацию. В связи со сказанным, изучение дисциплины "Математические модели функционирования ракетно-космических систем и комплексов" имеет важное практическое значение.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-7 способностью руководить и принимать участие в научно-исследовательских работах	Знать: основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации;
	Уметь: использовать в проектной и конструкторской работе: основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации; основные типы математических моделей систем и алгоритмы их реализации;
	Владеть:методиками разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования объектов ракетной техники
ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Знать:методы анализа, синтеза и оптимизации ракетных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей
	Уметь:уметь использовать в проектной и конструкторской работе методы анализа, синтеза и оптимизации авиационных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей
	Владеть:методиками разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования объектов ракетной техники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.05.02 Математический анализ	Б.1.43 Планирование эксперимента и методы обработки результатов, Б.1.49 Системы управления ракет

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

Дисциплина	Требования
Б.1.07 Информатика и программирование	Знать:знать основы современных информационных технологий Уметь:использовать сетевые сервисы для получения новых знаний Владеть:навыками работы с системами поиска в глобальных сетях
Б.1.05.02 Математический анализ	Знать: основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл,

	способы и единицы их измерения; назначение и принципы действия важнейших физических приборов. использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем; Уметь: использовать базовые положения математики для решения профессиональных задач; Владеть: навыками правильной эксплуатацией основных приборов и оборудования современной технической лаборатории; правилами обработки и интерпретации результатов эксперимента

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к контрольным работам и экзамену	60	60
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Роль математического моделирования в технике	2	1	1	0
2	Математическая модель	5	1	4	0
3	Математические модели простейших типовых элементов	5	1	4	0
4	Математические модели систем из типовых элементов	5	1	4	0
5	Нелинейные математические модели макроуровня	11	2	9	0
6	Математические модели микроуровня	11	1	10	0
7	Алгоритмизация математических моделей	9	1	8	0

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-

лекции	раздела		во часов
1	1	Математическое моделирование и технический прогресс. Основные этапы математического моделирования. Математические моделирование в технике и в проектировании летательных аппартов.	1
2	2	Понятие, структура, свойства математической модели. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Особенности функциональной модели. Иерархия математических моделей и формы их представления. Введение в теорию размерностей.	1
3	3	Электрические двухполюсники. Простейшие элементы механических систем. Некоторые элементы тепловых систем.	1
4	4	Дуальные электрические цепи. Двойственность электромеханической аналогии.Математическая модель линейного осциллятора.Примеры математических моделей тепловых и гидравлических систем.Формализация построения математической модели сложной системы.	1
5	5	Причины возникновения нелинейности. Статические и стационарные модели.Некоторые нестационарные модели. Простейшие динамические модели.Положение равновесия консервативной системы. Фазовый портрет консервативной системы.Математические модели диссипативных систем. Автоколебательные системы.	2
6	6	Математические модели микроуровня электрических двухполюсников.Одномерные математические модели стационарной теплопроводности.Математические модели процессов нестационарной теплопроводности.Одномерные математические модели гидравлических систем.	1
7	7	Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Вычислительные операции линейной алгебры.Алгоритмы векторно-конвейерных вычислений.Распараллеливание матричных вычислений. Операции с разреженными матрицами.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Представление математической модели в безразмерной форме форме.	1
2	2	Ламинарное течение вязкой жидкости в трубопроводе. Адекватность математических моделей типовых элементов.	4
3	3	Уточнение матеиатической модели линейного осциллятора. Построение математических моделей механических систем.	4
4	4	Приближенные методы анализа динамических моделей.Продолжение.	4
5	5	Продолжение. Приближенные методы анализа динамических систем	4
6	5	Математическая модель процесса индукционного нагрева	5
7	6	Применение моделей микроуровня в оптимальном проектировании	5
8	6	Прямая задача проектирования ЛА.	5
9	7	Обратная задача проектирования ЛА.	6
10	7	Обратная задача проектирования ЛА	2

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
Представление математической модели в безразмерной форме форме.Ламинарное течение вязкой жидкости в трубопроводе. Адекватность математических моделей типовых элементов.	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике/В.С. Зарубин.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,2003.-494 с.	6
Уточнение математической модели линейного осциллятора. Построение математических моделей механических систем.Приближенные методы анализа динамических моделей	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике/В.С. Зарубин.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,2003.-494 с.	12
Математическая модель процесса индукционного нагрева.Применение моделей микроуровня в оптимальном проектировании.	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике/В.С. Зарубин.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,2003.-494 с.	12
Прямая задача проектирования ЛА.	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике/В.С. Зарубин.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,2003.-494 с	15
Обратная задача проектирования ЛА	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике/В.С. Зарубин.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,2003.-494 с.	15

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Метод работы в малых группах	Практические занятия и семинары	построение математических моделей сложных систем	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Метод работы в малых группах	построение математических моделей сложных систем

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	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая	№№ заданий

дисциплины		текущий)	
Все разделы	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Экзамен	1-27
Все разделы	ПК-7 способностью руководить и принимать участие в научно-исследовательских работах	Экзамен	1-27
Математическая модель	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Выполнение и защита лабораторной работы 1	1
Нелинейные математические модели макроуровня	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Выполнение и защита лабораторной работы 2	1
Математические модели систем из типовых элементов	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Выступление с докладом на семинарском занятии	1
Алгоритмизация математических моделей	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Выступление с докладом на семинарском занятии	1

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. 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 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга

		обучающегося по дисциплине 0…59 %
Выполнение и защита лабораторной работы 1	Лабораторная работа проводится во время изучения данного раздела. С каждым студентом проводится собеседование по заранее выполненной к лабораторной работе. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полностью выполненная лабораторная работа соответствует 5 баллам. Частично выполненная лабораторная работа соответствует 3 баллам. Отсутствие лабораторной работы 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 %
Выполнение и защита лабораторной работы 2	Лабораторная работа проводится во время изучения данного раздела. С каждым студентом проводится собеседование по заранее выполненной к лабораторной работе. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полностью выполненная лабораторная работа соответствует 5 баллам. Частично выполненная лабораторная работа соответствует 3 баллам. Отсутствие лабораторной работы 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 %
Выступление с докладом на семинарском занятии	Доклад выполняется студентом на семинарском занятии в течении изучения данной дисциплины Тему доклада студент выбирает самостоятельно исходя из конкретной темы семинара.. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Доклад оценивается в 5 баллов. Общий балл складывается из следующих показателей: Творческий характер работы – 2 балла Логичность и обоснованность выводов - 2 балла. Умение ответить на вопросы - 1 балл. 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 %
Выступление с докладом на семинарском занятии	Доклад выполняется студентом на семинарском занятии в течении изучения данной дисциплины Тему доклада студент выбирает самостоятельно исходя из конкретной темы семинара.. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Доклад оценивается в 5 баллов. Общий балл складывается из следующих показателей: Творческий характер работы – 2 балла Логичность	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

	и обоснованность выводов - 2 балла. Умение ответить на вопросы - 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	1. Какие факторы определили расширение в последнее время областей применения математического моделирования в технике? Экзамен 2. Что понимают под аналоговым моделированием? 3. Перечислите содержание основных этапов "технологического цикла" математического моделирования технического объекта или ситемы. 4. Какие особенности построения содержательной модели технического объекта? 5. Что понимают под иерархией математической модели по отношению к одномк и тому же техническому объекту? 6. Какую роль играет упрощенный вариант математической модели технического объекта при проведении вычислительного эксперимента? 7. Структура математической модели. 8. Свойства математических моделей. 9. Структурные и функциональные математические объекты. 10. Теоретические и эмпирические математические модели. 11. Особенности функциональных математических моделей. 12. Иерархия математических моделей и формы их представления. 13. Диэлектрические двухполюсники. 14. Модели элементов гидравлических систем. 15. Дуальные электрические цепи. 16. Линейные математические модели. 17. Нелинейные математические модели макро уровня. 18. Статические и стационарные модели. 19. Простейшие динамические математические модели. 20. Положение равновесия консервативной системы. 21. Фазовый портрет консевативной системы. 22. Понятие об автоколебательных системах. 23. Модели микроуровня электрических двухполюсников. 24. Одномерные модели стационарной теплопроводности. 25. Математические модели процессов нестационарной теплопроводности. 26. Одномерные модели гидравлических систем. 27. Математическая модель процесса индукционного нагрева.
Выполнение и защита лабораторной работы 1	Газодинамический расчет параметров течения продуктов сгорания по тракту ракетного двигателя с применением газодинамических функций. Профилирование сверхзвукового сопла с применением программы «Контур» в случае течения чистого газа, в случае двухфазного потока продуктов сгорания.
Выполнение и защита лабораторной работы 2	Дозвуковое сопло – истечение воздуха -Определение распределения скорости в поперечном сечении расширяющегося сопла на выходе - Определение распределения давления вдоль расширяющегося сопла - Определение распределения скорости в поперечном сечении сужающегося сопла

	-Определение распределения давления вдоль сужающегося сопла -Определение коэффициента расхода сопел
Выступление с докладом на семинарском занятии	
Выступление с докладом на семинарском занятии	

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab [Текст] : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев ; под ред. А. Н. Тимохина. - М. : Инфра-М, 2017. - 256 с. - (ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ : БАКАЛАВРИАТ). - ISBN 978-5-16010185-9

б) дополнительная литература:

1. Шишков, А. А. Газогенераторы ракетных систем / А. А. Шишков, Б. В. Румянцев. - М. : Машиностроение, 1981. - 152 с. : ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Алиев, Т.И. Моделирование: задачи, задания, тесты [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Алиев, Муравьева-Л.А. Витковская, В.В. Соснин. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2011. — 4 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40710
2. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов /В. С. Зарубин. - М. :Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 495 с. . - (МАТЕМАТИКА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ; ВЫП. 21, Заключительный).

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Алиев, Т.И. Моделирование: задачи, задания, тесты [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Алиев, Муравьева-Л.А. Витковская, В.В. Соснин. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2011. — 4 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40710
4. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов /В. С. Зарубин. - М. :Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 495 с. .

- (МАТЕМАТИКА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ; ВЫП. 21, Заключительный).

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Горлач, Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 157 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56160	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Алиев, Т.И. Моделирование: задачи, задания, тесты [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Алиев, Муравьева-Л.А. Витковская, В.В. Соснин. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2011. — 4 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40710	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Основная литература	Алиев, Т.И. Основы проектирования систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2015. — 120 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70969	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
4	Основная литература	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4324	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
5	Основная литература	Никольский, В.В. Расчёт баллистических и массовых характеристик транспортных космических аппаратов: практическое пособие для вузов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 23 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63694	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
6	Дополнительная литература	Сухов, А.В. Твердые ракетные топлива: Учеб. пособие по курсу «Топлива и рабочие процессы ракетных двигателей на твердом топливе». [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Сухов, М.В. Тюгаев, М.М. Фещенок. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 28 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/58420	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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
Лекции		Компьютеры с доступом к Интернету
Практические занятия и семинары		Компьютеры с доступом к Интернету