

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н.В. Савина
« 28 » 06 2019



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Математические модели функционирования ракетно-космических систем
и комплексов**

Специальность 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация № 17 образовательной программы - «Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения»

Квалификация выпускника инженер

Год набора 2019

Форма обучения очная

Курс 4 семестр 7

Экзамен 7 семестр 36 (акад. час.)

Лекции 18 (акад. час.)

Лабораторные работы 16 (акад. час.)

Самостоятельная работа 38 (акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 108 (акад. час.), 3 з.е.

Составитель: В.В. Соловьев, доцент, канд. техн. наук

Факультет Инженерно-физический

Кафедра Стартовые и технические ракетные комплексы

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Стартовые и технические ракетные комплексы»

« 24 » мая 2019 г., протокол № 9
Зам. заведующего кафедрой  В.В. Соловьев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методического совета по специальности 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

« 24 » мая 2019 г., протокол № 9
Председатель  А.В. Козырь

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

 Н.А. Чалкина

« 10 » 06 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

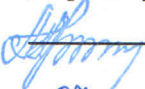
Зам. заведующего выпускающей кафедрой

 В.В. Соловьев

« 24 » мая 2019 г.,

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

 Л.А. Проказина

« 07 » 06 2019 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Подготовка специалистов для участия в проектировании и эксплуатации оборудования ракетно-космических комплексов (РКК)

Задачи дисциплины:

1. Составы и структуры критериев эффективности оборудования РКК в процессе создания и эксплуатации;
2. Методов и алгоритмов для построения моделей функционирования оборудования РКК с целью определения эксплуатационных характеристик и критериев эффективности оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу подготовки специалистов по специальности 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и компетенциях студента, полученных при изучении предшествующих дисциплин, среди которых наиболее важное значение имеют: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика», «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость», «Гидрогазоаэродинамика».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- 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 ПК-2;

- способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов ПК-8;

- способностью осуществлять математическое моделирование эксплуатации оборудования стартового комплекса, обосновывать объемы и время проведения регламентных и ремонтно-восстановительных работ для обеспечения функционирования оборудования стартовых и технических комплексов ПСК 17.4.

Знать:

- методики поиска, сбора и обработки информации;
- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;
- метод системного анализа.

Уметь:

- применять методики поиска, сбора и обработки информации;
- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;
- применять системный подход для решения поставленных задач.

Владеть:

- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации;
- методикой системного подхода для решения поставленных задач.

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы (разделы) дисциплины	Компетенции		
	ПК-2	ПК-8	ПК-17.4
Введение	+	+	+
Типовые технологические процессы при подготовке к пуску ЛА, показатели эффективности их выполнения.	+	+	+
Модели функционирования оборудования РКК с использованием случайных процессов.	+	+	+
Модели функционирования оборудования РКК с использованием теории массового обслуживания.	+	+	+
Имитационные модели функционирования оборудования РКК	+	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часа.

№ п/п	Тема, раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (акад.час)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
1	Введение	7	1	2		6	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
2	Типовые технологические процессы при подготовке к пуску ЛА, показатели эффективности их выполнения.	7	2-4	4		8	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
3	Модели функционирования оборудования РКК с использованием случайных процессов.	7	5-10	6	5	8	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполнен. раб.
4	Модели функционирования оборудования РКК с использованием теории массового обслуживания.	7	11-14	4	6	8	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
5	Имитационные модели функционирования обо-	7	15-17	2	5	8	Контроль посещения занятий. Проверка от-

№ п/п	Тема, раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (акад. час)			Формы текущего контроля успеваемо- сти (по неделям семестра) Форма промежуточ- ной аттестации(по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы	Самостоятель- ная работа	
	рудования РКК						четов о выполненной работе.
Итого:				18	16	38	Экзамен (36 акад. час.)

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение	Ракетные и космические комплексы (РКК), как сложные системы: наличие цели при создании и эксплуатации, наличие многоуровневых подсистем, связей между подсистемами. Эксплуатационные характеристики оборудования РКК: количественные и качественные; группы эксплуатационных характеристик, отражающие свойства и взаимодействие наземного технологического оборудования, ракет-носителей, разгонных блоков, космических аппаратов.
2	Типовые технологические процессы при подготовке к пуску ЛА, показатели эффективности их выполнения.	Понятие о технологической цепочке оборудования РКК, типовые элементы. Состав эксплуатационных характеристик для оценки эффективности функционирования оборудования РКК при выполнении технологических процессов. Комплексные показатели надежности РКК: структурные формулы, определения, условия применения, состав исходных данных. Особенности обобщенного показателя надежности РКК, времени подготовки к пуску изделия, коэффициента готовности и коэффициента технического использования. Методы распределения показателей надежности между составными элементами РКК: прямое распределение; пропорциональное распределение; оптимальное распределение. Специальные показатели надежности, применяемые к оборудованию РКК: структурные формулы, методы определения, условия применения, учет особенностей применения по назначению оборудования, со-

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		став исходных данных.
3	Модели функционирования оборудования РКК с использованием случайных процессов.	Определение случайной функции, случайного процесса. Структурная схема случайного процесса: семейство траекторий, временные сечения, характеристики временных сечений. Характеристики случайных процессов. Примеры случайных процессов. Классификация случайных процессов. Основные виды и определения потоков случайных событий. Примеры потоков случайных событий. Понятие интенсивности потока и частоты событий за временной интервал. Определение Марковского случайного процесса. Математический анализ случайного процесса: формулировка состояний; вероятности состояний; графа состояний. Финальные вероятности и эргодическая система. Непрерывная цепь Маркова: уравнения состояний и правила их построения; состав исходных данных; нормировочное условие; области применения. Алгоритм применения непрерывной цепи Маркова для моделирования функционирования оборудования РКК при подготовке изделия к пуску. Альтернирующие процессы восстановления. Порядок применения альтернирующих процессов восстановления для оценки специальных показателей надежности и показателей эффективности функционирования оборудования РКК: вероятности суммарной наработки за выделенное календарное время; вероятности продолжительности восстановления не более установленного значения в течение применения по назначению.
4	Модели функционирования оборудования РКК с использованием теории массового обслуживания.	Структура системы массового обслуживания (СМО). Классификация систем массового обслуживания. Структура сетей массового обслуживания. Одноканальные и многоканальные СМО с отказом: постановка задач; допущения; исходные данные; состояния; графы состояний; уравнения состояний и их аналитическое решение (стационарный и нестационарный случаи); вероятности состояний; показатели эффективности и поиск их оптимальных значений; применение при моделировании функционирования оборудования РКК для оценки его характеристик. Одноканальные и многоканальные СМО с ожиданием и неограниченной очередью: постановка задач; допущения; исходные

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		данные; состояния; графы состояний; уравнения состояний и их решение (аналитическое и графическое в стационарном и нестационарном случаях); вероятности состояний; показатели эффективности и поиск их оптимальных значений; применение при моделировании функционирования оборудования РКК для оценки его характеристик. Одноканальные и многоканальные замкнутые СМО с ожиданием: постановка задач; допущения; исходные данные; состояния; графы состояний; уравнения состояний и их решение (аналитическое и численное с помощью пакетов прикладных программ в стационарном и нестационарном случаях); вероятности состояний; показатели эффективности и поиск их оптимальных значений; применение при моделировании функционирования оборудования РКК для оценки его характеристик. Одноканальные и многоканальные замкнутые СМО с ожиданием с ненадежными каналами обслуживания: постановка задач; допущения; исходные данные; состояния; графы состояний; уравнения состояний и их решение (аналитическое и численное с помощью пакетов прикладных программ в стационарном и нестационарном случаях); вероятности состояний; показатели эффективности и поиск их оптимальных значений; применение при моделировании функционирования оборудования РКК для оценки его характеристик.
5	Имитационные модели функционирования оборудования РКК	Вероятностные модели отказов многих типов по минимальной наработке типовых элементов оборудования РКК: приближенное определение суммарной плотности распределения наработки на отказ технологической цепочки оборудования. Понятие и применение функции восстановления для моделирования процессов функционирования РКК с учетом его старения и с учетом его технического обслуживания. Метод статистического имитационного моделирования функционирования РКК: суть метода; параллельные случайные процессы; модельное время; временная диаграмма; особые состояния; порядок реализации метода; оценка точности; сравнительный анализ с аналитическими методами; оптимальное количество реализаций случайных величин. Примеры учета воздействия случайных факторов на оборудование РКК и алгоритмы построения имитационных моделей.

6.2 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1.	Модели функционирования оборудования РКК с использованием случайных процессов.	Построение математической модели функционирования оборудования РКК с использованием непрерывной цепи Маркова и пакета прикладных программ для определения резервного времени при подготовке изделия к пуску
2.	Модели функционирования оборудования РКК с использованием теории массового обслуживания.	Построение математической модели функционирования оборудования РКК с использованием замкнутых систем массового обслуживания и пакета прикладных программ для определения структуры и характеристик оборудования
3.	Имитационные модели функционирования оборудования РКК	Построение статистической имитационной модели функционирования оборудования РКК с использованием пакета прикладных программ для определения характеристик оборудования

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоём- кость (акад. час)
1	Введение	Конспект по теме	6
2	Типовые технологические процессы при подготовке к пуску ЛА, показатели эффективности их выполнения.	Конспект по теме	8
3	Модели функционирования оборудования РКК с использованием случайных процессов.	Подготовка отчета к выполнению лабораторной работы № 1, конспект по теме, подготовка к защите работы	8
4	Модели функционирования оборудования РКК с использованием теории массового обслуживания.	Подготовка отчета к выполнению лабораторной работы № 2, конспект по теме, подготовка к защите работы	8
5	Имитационные модели функционирования оборудования РКК	Подготовка отчета к выполнению лабораторной работы № 3 конспект по теме, подготовка к защите работы	8
ИТОГО			38

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Математические модели функционирования ракетно-космических систем и комплексов [Электронный ресурс]: сб. учеб.-метод. материалов для направления подготовки 24.03.01 "Ракетные комплексы и космонавтика", спец. 24.05.01 "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-косм. комплексов" / АмГУ, ИФФ ; сост.: К. А.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения.

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля. При чтении лекции используются мультимедийные презентации.

При выполнении лабораторных работ используется прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: студентам выдается задание для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты.

В качестве инновационных методов контроля используются: промежуточное и итоговое тестирование.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Математические модели функционирования ракетно-космических систем и комплексов».

Вопросы к экзамену:

1. Ракетные и космические комплексы (РКК), как сложные системы.
2. Эксплуатационные характеристики оборудования РКК
3. Понятие о технологической цепочке оборудования РКК, типовые элементы.
4. Состав эксплуатационных характеристик для оценки эффективности функционирования оборудования РКК при выполнении технологических процессов.
5. Комплексные показатели надежности РКК.
6. Особенности обобщенного показателя надежности РКК, времени подготовки к пуску изделия, коэффициента готовности и коэффициента технического использования.
7. Методы распределения показателей надежности между составными элементами РКК.
8. Специальные показатели надежности, применяемые к оборудованию РКК.
9. Определение случайной функции, случайного процесса. Структурная схема случайного процесса.
10. Характеристики случайных процессов. Примеры случайных процессов.

11. Классификация случайных процессов. Основные виды и определения потоков случайных событий. Примеры потоков случайных событий.
12. Понятие интенсивности потока и частоты событий за временной интервал. Определение Марковского случайного процесса.
13. Математический анализ случайного процесса. Финальные вероятности и эргодическая система.
14. Непрерывная цепь Маркова: уравнения состояний и правила их построения; состав исходных данных; нормировочное условие; области применения.
15. Алгоритм применения непрерывной цепи Маркова для моделирования функционирования оборудования РКК при подготовке изделия к пуску.
16. Альтернирующие процессы восстановления. Порядок применения альтернирующих процессов восстановления для оценки специальных показателей надежности и показателей эффективности функционирования оборудования РКК.
17. Структура системы массового обслуживания (СМО). Классификация систем массового обслуживания. Структура сетей массового обслуживания.
18. Одноканальные и многоканальные СМО с отказом.
19. Одноканальные и многоканальные СМО с ожиданием и неограниченной очередью.
20. Одноканальные и многоканальные замкнутые СМО с ожиданием.
21. Одноканальные и многоканальные замкнутые СМО с ожиданием с ненадежными каналами обслуживания
22. Вероятностные модели отказов многих типов по минимальной наработке типовых элементов оборудования РКК
23. Понятие и применение функции восстановления для моделирования процессов функционирования РКК с учетом его старения и с учетом его технического обслуживания.
24. Метод статистического имитационного моделирования функционирования РКК. Примеры учета воздействия случайных факторов на оборудование РКК и алгоритмы построения имитационных моделей.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кузнецов, О.П. Дискретная математика для инженера [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/220>
2. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2006. — 295 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3511>
3. Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10254>
4. Александров, А.А. Управление техническими объектами стартовых ракетных комплексов и обеспечение безопасности их эксплуатации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Александров, Б.М. Новожилов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 107 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52302>
5. Математические модели функционирования ракетно-космических комплексов [Электронный ресурс]: сб. метод. рекомендаций по изучению дисциплины/ АмГУ, ИФФ;

сост. Куренков В.И. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7774.pdf

6. Заправочно-нейтрализационная станция. Разработка и эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Е. Денисов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62045>

б) дополнительная литература

1. Северцев, Н. А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации : учебное пособие для академического бакалавриата / Н. А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 435 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07531-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. —

URL: <https://biblio-online.ru/bcode/441233>

2. Гателюк, О. В. Численные методы : учебное пособие для академического бакалавриата / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 140 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05894-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437711>

3. Васильев, А.Н. Числовые расчеты в Excel [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68464>

4. Методы и математические модели оптимизации проектных решений [Электронный ресурс]: электрон. практикум / Салмин В. В., Старина О. Л., Петрухина К. В. - Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2010. - Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Metodicheskie-ukazaniya/Metody-i-matematicheskie-modeli-optimizacii-proektnyh-reshenii-Elektronnyi-resurs-elektron-praktikum-54103>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1.	http://repo.ssau.ru	Репозиторий (электронный научный архив) создан для длительного хранения, накопления и обеспечения долгосрочного и надежного открытого доступа к результатам научных исследований университета. Используя репозиторий Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ) и Самарский государственный университет (СамГУ)), можно получить доступ к монографиям, авторефератам, диссертациям, выпускным квалификационным работам, научным статьям, нормативным документам, справочным, учебным и методическим пособиям, аудио и видеоконтенту. В электронном каталоге репозитория размещены работы по техническим научным направлениям, связанным с аэрокосмической техникой, материалами и технологиями; двигателестроением, динамикой и виброакустикой машин; информатикой и фотоникой; фундаментальными исследованиями для перспективных технологий. Гуманитарные исследования представлены работами в области лингвистики, литературоведения, истории, охраны окружающей среды, математики, химии, физики и других науках. Возможен полнотекстовый поиск по автору,

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
		заглавию, дате публикации, предмету, типу документа, а также просмотр публикаций по структурным подразделениям университета.
2	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
4	ЭБС ЮРАЙТ https://www.biblio-online.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
5	Операционная система MS Windows 10 Education	Операционная система MS Windows 10 Education - DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 г.
6	7-Zip	Программа-архиватор, бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt
7	LibreOffice	Пакет прикладных программ, бесплатное распространение по лицензии MozillaPublicLicenseVersion 2.0 http://www.libreoffice.org/download/license/

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://www.kerc.msk.ru	Исследовательский центр им. М.В. Келдыша. На сайте в открытом доступе размещены полные тексты публикаций сотрудников центра, материалы конференций, патенты.
2	https://ecoruspace.me/	Космонавтика и авиация. Новости космонавтики. Запуски ракет. Характеристики спутников. Отказы ракетно-космической техники. Авиация. Промышленное производство. Рыночные исследования.
3	www.makeyev.ru	АО «Государственный ракетный центр им. академика В.П. Макеева»
4	www.vniiem.ru	АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна»
5	http://www.wiki-prom.ru/	Современная энциклопедия промышленности России.
6	http://arc.iki.rssi.ru/Welcome.html	Сайт Института Космических Исследований

№	Наименование	Описание
7	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
8	https://www.roscosmos.ru/	Сайт Госкорпорации "РОСКОСМОС"
9	http://www.russian.space/	ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (ЦЭНКИ)»

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

Студент должен помнить, что методические указания к лабораторным или практическим работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной или практической работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы. Поэтому основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной или практической работы, затрачивается на самостоятельную подготовку.

Все работы выполняются по индивидуальному графику каждым студентом отдельно. Результаты работ сохраняются в именную папку на компьютере, и демонстрируются преподавателю при защите работ с пояснением ключевых этапов.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарско-

го типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.