

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы |
| Уровень высшего образования | Специалитет |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космическая техника |
| Выпускающая кафедра | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 5 | 10 | 4 | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 0 | 0 | 76 | ЭКЗ. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Калягин Лев Иванович, к.т.н., доцент, профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-5 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем, в том числе с применением аддитивных технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-5

знания:

на уровне представлений: условия космического полёта: вакуум, невесомость, радиационная опасность, метеорная опасность, внешние тепловые потоки; свойства конструкционных материалов и покрытий;

на уровне воспроизведения: моделирование влияния условий космического полёта на изменение свойств конструкционных материалов и покрытий космических аппаратов;

на уровне понимания: влияние условий космического полёта на изменение свойств конструкционных материалов и покрытий космических аппаратов и, как следствие, функционирование систем космического аппарата.;

умения:

теоретические: анализ влияния условий космического полёта на изменение свойств конструкционных материалов и покрытий космических аппаратов и, как следствие, функционирование систем космического аппарата;

практические: выбор материалов и покрытий элементов конструкций космических аппаратов применительно к конкретным условиям полета (область космического пространства, элементы орбиты и т. д.);

навыки:

оценка правильности выбора материалов и покрытий космических аппаратов по различным критериям.

работа с 3D принтером..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПК-3 — Способен определять тепловой режим изделий РКТ и проектировать средства и системы его обеспечения
- ПК-5 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем, в том числе с применением аддитивных технологий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | |
| 5 | 10 | Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. 1.1. Дидактическая единица 1. Условия космического полёта. 1.2. Дидактическая единица 2. Влияние вакуума. 1.3. Дидактическая единица 3. Радиационная опасность. 1.4. Дидактическая единица 4. Метеорная опасность. 1.5. Дидактическая единица 5. Влияние невесомости. 1.6. Дидактическая единица 6. Влияние внешних тепловых потоков. 1.7. Дидактическая единица 7. Влияние факторов техногенного характера. | 47 | 23 | 12 | 5 | 6 | 24 | 40 |
| 5 | 10 | Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. 2.1. Дидактическая единица 8. Стали и сплавы. 2.2. Дидактическая единица 9. Цветные металлы и сплавы. 2.3. Дидактическая единица 10. Композиционные металлические материалы. 2.4. Дидактическая единица 11. Припои. 2.5. Дидактическая единица 12. Полимерные материалы. 2.6. Дидактическая единица 13. Композиционные материалы. 2.7. Дидактическая единица 14. Эластомеры. 2.8. Дидактическая единица 15. Текстильные материалы. 2.9. Дидактическая единица 16. Неорганические материалы. 2.10. Дидактическая единица 17. Адгезивные материалы. 2.11. Дидактическая единица 18. Смазочные материалы. 2.12. Дидактическая единица 19. Жидкости. | 48 | 24 | 12 | 6 | 6 | 24 | 30 |
| 5 | 10 | Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. 3.1. Дидактическая единица 20. Защитные покрытия. 3.2. Дидактическая единица 21. Терморегулирующие покрытия. 3.3. Дидактическая единица 22. Защитные ткани. 3.4. Дидактическая единица 23. Внешние теплозащитные покрытия. | 49 | 21 | 10 | 6 | 5 | 28 | 30 |
| Всего за 10 семестр | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|----------------------------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. | Влияние вакуума на конструкционные материалы и покрытия | 1 |
| 2 | | . Влияние электромагнитного, корпускулярного, галактического космического, солнечного космического излучений на конструкционные материалы и покрытия. | 2 |
| 3 | | Влияние воздействия метеорных частиц на конструкционные материалы и покрытия. Влияние невесомости на технологические процессы получения материалов со специальными свойствами. | 2 |
| 4 | | Влияние факторов техногенного характера. | 1 |
| 5 | Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. | Сравнительный анализ конструкционных материалов, применяемых в космической технике. | 6 |
| 6 | Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. | Влияние термооптических характеристик покрытий на тепловой режим космических аппаратов. | 5 |
| Всего за 10 семестр | | | 17 |

3.3. Лабораторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного практикума | Объем, ауд. часов |
|-------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. | Изучение возможностей программного и материально-технического обеспечения для 3д-печати по технологии FDM (fused deposition modeling). | 5 |

| | | | |
|----------------------------|---|---|-----------|
| 2 | Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. | Подготовка трехмерных моделей деталей для изготовления методами на основе технологий аддитивного производства. | 6 |
| 3 | Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. | Изучение возможностей программного и материально-технического обеспечения для 3д-печати по технологии SLM (Селективное лазерное плавление). | 6 |
| Всего за 10 семестр | | | 17 |

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|---------------------|---|---|-----------------|
| 1 | Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. | Подготовка к контрольной работе | 4 |
| 2 | | Изучение лекционного материала | 4 |
| 3 | | Подготовка к практическим занятиям | 8 |
| 4 | | Изучение литературных источников по теме реферата | 8 |
| 5 | Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. | Изучение лекционного материала | 4 |
| 6 | | Подготовка к практическим занятиям | 4 |
| 7 | | Написание реферата | 16 |
| 8 | Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. | Изучение лекционного материала | 5 |
| 9 | | Подготовка к практическим занятиям | 5 |
| 10 | | Оформление реферата и подготовка презентации | 18 |
| Всего за 10 семестр | | | 76 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---|---|---|----|----------------------|--|-----|---|----|----|-----------------|--|----|----|-----------------|--|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 13 | 14 | 15 | | 16 | 17 |
| 10 | | | | | | ДР | Контр.Р., Отч. по ЛР | | Реф | | ДР | | Реф, Отч. по ЛР | | | | Реф, Отч. по ЛР | | ДР | |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Реф – реферат;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- реферат;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 53 экз.
2. В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
3. Г. П. Гардымов, Е. В. Мешков, А. В. Пчелинцев. . Композиционные материалы в ракетно-космическом аппаратостроении. СПб.: Спец. Лит, 1999, 39 экз.
4. Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьёва. . Конструкционные стали и сплавы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 50 экз.
5. Л. И. Калягин. . Материалы и покрытия в космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996, 131 экз.
6. Н. К. Матвеев. . Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 74 экз.
7. Н. Миллс. . Конструкционные пластики. Микроструктура, характеристики, применения. Долгопрудный: Интеллект, 2011, 6 экз.
8. Ю. А. Быков, С. Д. Карпухин. Методы исследования материалов и покрытий. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015, эл. рес.
9. Ю. А. Быков, С. Д. Карпухин. Методы исследования материалов и покрытий. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015, эл. рес.
10. Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
11. Ю. В. Баданина, В. Д. Баскаков, А. Л. Галиновский. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 30 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Л. В. Козлов, М. Д. Нусинов, А. И. Акишин. . Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды. М.: Машиностроение, 1971, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rffi.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Фрагменты агрегатов систем терморегулирования КА;
3. Полноразмерный весовой макет КА «Глонасс-К»;
4. Фрагменты КА «Плазма» и «Эстафета».

6.3. Лабораторные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5 Способен разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем, в том числе с применением аддитивных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с условиями космического полёта и их воздействием на материалы и покрытия космического аппарата; в ней рассматриваются конструкционные материалы (металлы и сплавы, композиты, пластики, эластомеры, смазки, адгезивные материалы и др.) их свойства и области применения в космическом аппаратостроении, а также изучаются защитные, терморегулирующие и теплоограждающие (ЭВТИ) покрытия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- реферат;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|---|--|--------------------|
| Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. | | |
| Подготовка к контрольной работе | Л. В. Козлов, М. Д. Нусинов, А. И. Акишин. . Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды: М.: Машиностроение, 1971 (Главы1, 2) Ю. А. Быков, С. Д. Карпухин. Методы исследования материалов и покрытий: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015 (Глава 1) Л. И. Калягин. . Материалы и покрытия в космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Раздел 1) В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 4) | 4 |
| Изучение лекционного материала | | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | | 8 |
| Изучение литературных источников по теме реферата | | 8 |
| Итого по разделу 1 | | 24 |
| Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. | | |
| Изучение лекционного материала | Л. И. Калягин. . Материалы и покрытия в космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Раздел 2) Н. Миллс. . Конструкционные пластики. Микроструктура, характеристики, применения: Долгопрудный: Интеллект, 2011 (Раздел 1. 2) Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьёва. . Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Главы 1, 2) Г. П. Гардымов, Е. В. Мешков, А. В. Пчелинцев. . Композиционные материалы в ракетно-космическом аппаратостроении: СПб.: Спец. Лит, 1999 (Раздел 3-5) Н. К. Матвеев. . Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Раздел 2) Ю. В. Баданина, В. Д. Баскаков, А. Л. Галиновский. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Раздел 4) Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Раздел 2) | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | | 4 |
| Написание реферата | | 16 |
| Итого по разделу 2 | | 24 |
| Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. | | |
| Изучение лекционного материала | Л. И. Калягин. . Материалы и покрытия в космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Раздел 3) Ю. А. Быков, С. Д. Карпухин. Методы исследования материалов и | 5 |

| | | |
|--|--|----|
| Подготовка к практическим занятиям | покрытий: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015 (Разделы 3, 4) | 5 |
| Оформление реферата и подготовка презентации | В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 4) В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 4) | 18 |
| Итого по разделу 3 | | 28 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- реферат;
- контрольная работа;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Реферат

Объем реферата - не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных и не менее 2 иностранных источников, опубликованных в последние 5 лет. Возможно использование электронных баз данных.

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 3 балла;
- соответствие целям и задачам дисциплины 1 балл;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 1 балл;
- логичность и последовательность в изложении материала 1 балл;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 3 балла;
- объем исследованной литературы и других источников информации 3 балла;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 3 балла;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 3 балла.

Для защиты реферата необходимо набрать 10 баллов.

Примерные темы рефератов приведены в составе УМК дисциплины.

Контрольная работа

Контрольная работа проводится в письменной форме. Вариант включает в себя три вопроса, примеры которых приведены в УМК дисциплины.

Критерии оценивания:

правильные ответы на все вопросы - отлично;
два правильных ответа - хорошо;
один правильный ответ - удовлетворительно.

Отчет по ЛР

Отчет оценивается по следующим критериям:

- своевременность сдачи отчета -2 балла;
- качество оформления отчёта-2 балла;
- правильность выполнения ЛР- 3 балла;
- защита ЛР- 3 балла.

Экзамен

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все контрольные мероприятия, предусмотренные настоящей рабочей программой.

Экзаменационные билеты содержат два вопроса. Первый вопрос - основной. Он является емким по содержанию, требует знания физической картины процесса, математического описания параметров и

характеристик и глубокого анализа результатов исследования. Второй вопрос требует краткого анализа поставленной задачи и формулирование основного вывода.

Критерии оценивания:

«отлично» - полный ответ на оба вопроса и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по обоим вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на оба вопроса, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на основной вопрос, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|--|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | ПК-5 | |
| 5 | 10 | Раздел 1. Условия космического полёта и их воздействие на материалы и покрытия космического аппарата. | 47 | 23 | 12 | 5 | 6 | 24 | 40 | Реферат, Контрольная работа, Отчет по ЛР |
| 5 | 10 | Раздел 2. Материалы, используемые в конструкциях космических аппаратов. | 48 | 24 | 12 | 6 | 6 | 24 | 30 | Реферат, Отчет по ЛР |
| 5 | 10 | Раздел 3. Покрытия космических аппаратов. | 49 | 21 | 10 | 6 | 5 | 28 | 30 | Реферат, Отчет по ЛР |
| Всего за 10 семестр | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 | |

Оценочные материалы по дисциплине МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ПК-5 - Способен разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем, в том числе с применением аддитивных технологий

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Космический аппарат на геостационарной орбите находится под воздействием следующих внешних тепловых потоков:
1. потока прямого солнечного излучения;
 2. потока отраженного от Земли солнечного излучения;
 3. потока собственного излучения Земли.
 4. рекомбинационного теплового потока.
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
Скорость испарения материала в вакууме в порядке повышения при одинаковой температуре:
1. Полимерный материал.
 2. Металл.
 3. Смазочный материал.
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность
Стоимость композиционных материалов в порядке роста:
1. Углепластик.
 2. Стеклопластик.
 3. Органопластик.
 4. Боралюмин
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
На космическом аппарате, где расположены двигатели, недопустимо применение:
1. ЭВТИ-В
 2. ЭВТИ-Д
 3. ЭВТИ-Е
 4. ЭВТИ-И
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Почему жидкие смазки непригодны или ограниченно пригодны для использования в механических устройствах КА?
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Почему под воздействием электромагнитного и корпускулярного излучений изменяются характеристики оптических приборов и светлых покрытий?
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
В качестве основных гальванических покрытий для деталей конструкции КА применяются

| Материал детали | Покрытие |
|----------------------------|-------------------|
| 1. Алюминиевый сплав | А. Пассивирование |

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 2. Магний-сплавы | Б. Анодирование |
| 3. Углеродистая сталь | В. Химическое оксидирование |
| 4. Высокопрочная сталь | Г. Цинкование |

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Терморегулирующие покрытия КА подразделяются на четыре класса в зависимости от термооптических характеристик

| Класс покрытия | Термооптические характеристики |
|--------------------------|--|
| 1. Солнечный отражатель | А. $AS \rightarrow 1; \varepsilon \rightarrow 1$ |
| 2. Солнечный поглотитель | Б. $AS \rightarrow 1; \varepsilon \rightarrow 0$ |
| 3. Истинный отражатель | В. $AS \rightarrow 0; \varepsilon \rightarrow 0$ |
| | Г. $AS \rightarrow 0; \varepsilon \rightarrow 1$ |

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Латунь-это сплав

1. меди с цинком.
2. меди с бериллием.
3. меди со свинцом.
4. меди с кремнием.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Основные легирующие элементы бета-титановых сплавов:

1. молибден.
2. хром;
3. алюминий;
4. железо.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Факторы техногенного характера, оказывающие воздействие на КА:

1. космическая радиация;
2. собственная атмосфера негерметичных отсеков;
3. плазма стационарных плазменных двигателей;
4. собственная внешняя атмосфера.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К термопластичным материалам относятся:

1. фторопласт;
2. полистирол;

3. винипласт;

.4 стеклотекстолит.