

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	
4	7	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Будный Никита Леонидович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ 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:

ПСК-3.5 — способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.5

знания:

Инженерные методы анализа конструктивных и схемных решений электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;;

умения:

Анализ конструктивных и схемных решений электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;;

навыки:

Применение инженерных методов анализа конструктивных и схемных решений электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОСМОЭНЕРГОУСТАНОВКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические 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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Практические занятия		
4	7	Раздел 1. Основные представления об электроракетных двигателях. Общие сведения об электроракетных двигателях (ЭРД) и электроракетных двигательных установках (ЭРДУ). Назначение ЭРДУ. Особенности ЭРД и ЭРДУ. Механизмы создания тяги в ЭРД. Классификация ЭРД. Основные характеристики ЭРД и ЭРДУ. Основные сведения о физических процессах в ЭРД. Основные сведения из физики плазмы. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	28	8	8	20	25
4	7	Раздел 2. Электротермические двигатели. Общие сведения об электротермических двигателях. Электронагревные двигатели. Электродуговые двигатели.	8	4	4	4	25
4	7	Раздел 3. Электростатические двигатели. Общие сведения об электростатических двигателях. Интенсивные ионные течения в электростатическом поле. Ионные двигатели - общие сведения и разновидности. Устройство и функционирование ионных двигателей. Разрядные камеры ионных двигателей. Ионно-оптические системы. Расчет основных характеристик ионных двигателей. Двигательные установки с ионными двигателями. Ионно-холовские двигатели (двигатели с замкнутым дрейфом электронов) - стационарные плазменные двигатели (СПД) и двигатели с анодным слоем (ДАС). Основы устройства и функционирования СПД. Рабочие процессы в СПД. Магнитные системы СПД. Катоды СПД. Расчет основных характеристик СПД. Двигательные установки с СПД. Оценка характеристик двигательной установки с СПД. Коллоидные двигатели, двигатели на основе ионных жидкостей, двигатели с ионизацией электрическим полем - основные сведения.	50	14	14	36	25
4	7	Раздел 4. Электромагнитные и импульсные двигатели. Ускорение плазмы. Электромагнитные двигатели с собственным магнитным полем. Электромагнитные двигатели с внешним магнитным полем. Импульсные двигатели.	22	8	8	14	25
Всего за 7 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные представления об электроракетных двигателях.	Анализ способов применения ЭРД	2
2		Анализ основных физических процессов в ЭРД	6
3	Раздел 2. Электротермические двигатели.	Анализ устройства и функционирования электротермических двигателей	4
4	Раздел 3. Электростатические двигатели.	Анализ устройства и функционирования СПД, их узлов и систем	2
5		Расчет основных параметров СПД	4
6		Анализ устройства и функционирования ионных двигателей, их узлов и систем	3
7		Расчет основных параметров ионных двигателей	3
8		Анализ устройства и функционирования коллоидных двигателей, двигателей на основе ионных жидкостей, двигателей с ионизацией электрическим полем	2
9	Раздел 4. Электромагнитные и импульсные двигатели.	Ускорение плазмы	2
10		Электромагнитные двигатели с собственным магнитным полем	2
11		Электромагнитные двигатели с внешним магнитным полем	2
12		Импульсные двигатели	2
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные представления об электроракетных двигателях.	Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	14
2		Подготовка к контрольной работе	6
3	Раздел 2. Электротермические двигатели.	Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	4
4	Раздел 3. Электростатические двигатели.	Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	24
5		Выполнение домашнего задания	12
6	Раздел 4. Электромагнитные и импульсные двигатели.	Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	6
7		Выполнение домашнего задания	8
Всего за 7 семестр			74

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
7					ДЗ	ДР			ДЗ	ДР		ДЗ			ДЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
2. Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2001, 19 экз.
3. О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок. М.: Высшая школа, 1978, 10 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. А. Куландин, С. В. Тимашев, В. П. Иванов. . Энергетические системы космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1979, 1 экз.
2. С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели. М.: Машиностроение, 1975, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.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:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

6.2. 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 **ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-3.5 способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами устройства, функционирования и расчета электроракетных двигателей и двигательных установок на их основе.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. Основные представления об электроракетных двигателях.		
Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок: М.: Высшая школа, 1978 (1,3,5) С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели: М.: Машиностроение, 1975 (1-2) В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1, 5) А. А. Куландин, С. В. Тимашев, В. П. Иванов. . Энергетические системы космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1979 (1,13)	14
Подготовка к контрольной работе	Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (1,2,15,19-22)	6
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Электротермические двигатели.		
Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	А. А. Куландин, С. В. Тимашев, В. П. Иванов. . Энергетические системы космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1979 (10) Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (15-16) В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок: М.: Высшая школа, 1978 (3)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Электростатические двигатели.		
Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели: М.: Машиностроение, 1975 (2-5) Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (15,18-22)	24
Выполнение домашнего задания	В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных	12

	установок: М.: Высшая школа, 1978 (3) А. А. Куландин, С. В. Тимашев, В. П. Иванов. . Энергетические системы космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1979 (12)	
Итого по разделу 3		36
Раздел 4. Электромагнитные и импульсные двигатели.		
Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта	А. А. Куландин, С. В. Тимашев, В. П. Иванов. . Энергетические системы космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1979 (11) В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели: М.: Машиностроение, 1975 (4,6) Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (15,17)	6
Выполнение домашнего задания	О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок: М.: Высшая школа, 1978 (3)	8
Итого по разделу 4		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

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.

Домашнее задание

Отчеты по домашнему заданию представляются на листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Домашнее задание зачитывается при наборе студентом не менее 61 балла. Тематика домашних заданий - Расчет основных параметров и характеристик электроракетных двигателей и двигательных установок различных типов.

Исходные данные и содержание домашнего задания размещены в УМК.

Дифференцированный зачет

К сдаче дифференцированного зачета допускаются студенты, выполнившие все контрольные мероприятия, предусмотренные рабочей программой. Дифференцированный зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса билета с последующим собеседованием. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 71-85 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-70 баллов.
- «не зачтено» – менее 60 баллов.

Вопросы к дифференцированному зачету размещены в УМК.

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	Практические занятия		ПСК-3.5	
4	7	Раздел 1. Основные представления об электроракетных двигателях.	28	8	8	20	25	Домашнее задание
4	7	Раздел 2. Электротермические двигатели.	8	4	4	4	25	Домашнее задание
4	7	Раздел 3. Электростатические двигатели.	50	14	14	36	25	Домашнее задание
4	7	Раздел 4. Электромагнитные и импульсные двигатели.	22	8	8	14	25	Домашнее задание
Всего за 7 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	

Критерии оценивания

ПСК-3.5

Вопросы открытого типа:

- № 1 В чем состоит основное отличие маневров с маршевой электроракетной двигательной установкой от маневров с химическими ракетными двигателями большой тяги?
- № 2 Объясните назначение газового редуктора в системе подачи рабочего тела электроракетной двигательной установки?
- № 3 Основным механизмом испускания электронов в полом катоде-нейтрализаторе является...
- № 4 Массу рабочего тела, которая необходима для выполнения маневра, характеризующегося затратами характеристической скорости, космическим аппаратом с заданной стартовой массой, оснащенного двигательной установкой с заданным удельным импульсом, можно вычислить с помощью формулы....
- № 5 Отношение тяги двигателя к массовому расходу рабочего тела называется...
- № 6 Объясните назначение металлического лейнера в металлокомпозитных баках системы хранения рабочего тела
- № 7 Ограничение на максимально достижимый удельный импульс электронагревных двигателей обусловлено...
- № 8 Почему существует оптимальное значение удельного импульса электроракетного двигателя по критерию минимума массы энергодвигательной системы?
- № 9 Объясните назначение и принцип работы термодросселя в составе модуля газораспределения двигательного блока электроракетной двигательной установки.
- № 10 Объясните назначение магнитной системы в камере ионного двигателя с разрядом постоянного тока?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 В ионных двигателях используется...
 - Магнитоплазмодинамическое ускорение рабочего тела
 - Электростатическое ускорение рабочего тела
 - Тепловое ускорение рабочего тела
 - Электромагнитное ускорение рабочего тела
- № 2 Угловая частота вращения электрона в магнитном поле – это...
 - Ленгмюровская (электронная плазменная) частота
 - Электронная циклотронная частота
 - Частота отсечки
 - Нижняя гибридная частота
- № 3 Отношение электрической мощности электроракетного двигателя к его тяге называется...
 - Цена тяги
 - Удельный импульс
 - КПД
 - Цена иона
- № 4 Ограничение на максимально достижимый удельный импульс электронагревных двигателей обусловлено...
- № 5 Траектория электрона, помещенного в скрещенные электрическое и магнитное поля с нулевой начальной скоростью, представляет собой...
 - Прямую

- Спираль
 - Циклоиду
 - Окружность
- № 6 Магнитное поле в разрядной камере СПД значительно влияет на траектории электронов, но слабо влияет на траектории ионов, так как...
- Заряд ионов отличается от заряда электронов
 - Масса ионов существенно отличается от массы электронов
 - Магнитное поле действует только на отрицательные заряды
- № 7 Произведение циклотронной частоты на среднее время между взаимодействиями частицы, приводящими к потере импульса, называется...
- Параметр Холла
 - Длина сводобного пробега
 - Число Кнудсена
- № 8 Дебаевская длина
Для эмиссии электронов в струю ионизированного рабочего тела в электростатических двигателях применяется...
- Катод-нейтрализатор
 - Анод
 - Термодроссель
- № 9 Магнитная система
При постоянном значении удельного импульса и КПД, с ростом тяги значение мощности реактивной струи...
- Возрастает
 - Убывает
 - Не изменяется
- № 10 Сначала возрастает, потом - убывает
Скорость истечения рабочего тела из электростатического двигателя определяется в основном...
- Температурой рабочего тела в разрядной камере
 - Перепадом давления рабочего тела в разрядной камере и на срезе
 - Ускоряющей разностью потенциалов
 - Напряженностью магнитного поля