


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«21» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Проектирование электроракетных двигателей»

Специальность 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы



/ Д.П. Шматов /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей



/ В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/ В.С. Рачук /

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- изучение основных процессов, протекающих в различных типах электроракетных двигателей (ЭРД) и их элементах;
- анализировать принципиальные схемы ЭРД и проводить обоснованный выбор типа ЭРД в зависимости от задания.

1.2. Задачи освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- основы теплофизических процессов в используемых в настоящее время ЭРД;
- основные соотношения, позволяющие оценить интегральные параметры ЭРД;
- принципиальные и конструктивные схемы основных типов ЭРД и соответствующий им диапазон интегральных параметров;
- уметь:
 - обосновывать выбор того или иного типа ЭРД для конкретной задачи или заданного типа космического аппарата (КА);
- иметь представление:
 - о конструктивных особенностях ЭРД;
 - об эксплуатационных характеристиках топлив и рабочих тел ЭРД.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Проектирование электроракетных двигателей» относится к дисциплинам блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование электроракетных двигателей» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по двигателям и энергетическим установкам летательных аппаратов и их составным частям

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	Знать: - типы ЭРД; - типы топлив и рабочих тел, применяемых в ЭРД; - как проводить обоснованный выбор типа ЭРД в зависимости от задачи. Уметь: - собирать, обрабатывать с использованием современных

	<p>информационных технологий и интерпретировать приобретенные знания для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам;</p> <p>- составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений.</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- информационными технологиями и математическими методами расчета при проектировании деталей и узлов ЭРД.</p>
ПК-2	<p>Знать:</p> <p>- основные соотношения, позволяющие оценить интегральные параметры ЭРД;</p> <p>- принципиальные и конструктивные схемы основных типов ЭРД и соответствующий им диапазон интегральных параметров.</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по специальности;</p> <p>- проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения задачи;</p> <p>- составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений.</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- инженерными методами расчета ЭРД.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование электроракетных двигателей» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Общая характеристика ЭРД.	Классификация ЭРД. Механизмы ускорения рабочего тела. Основные уравнения для определения интегральных параметров.	2	-	3	5
2	Электронагревной двигатель (ЭНД).	Схема электронагревного двигателя (ЭНД). Особенности процессов в ЭНД, рабочие тела. Уровень интегральных параметров, области применения.	2	-	5	7
3	Электродуговые двигателя (ЭДД).	Схема электродугового двигателя (ЭДД). Особенности процессов в ЭДД, рабочие тела. Уровень интегральных параметров, области применения.	2	4	5	11
4	ЭРД с электромагнитным ускорением.	ЭРД с электромагнитным ускорением. Основные процессы в линейном ускорителе плазмы. Ускорение в собственных магнитных полях. Схема коаксиального плазменного ускорителя.	2	4	6	12
5	Импульсные плазменные двигатели.	Импульсные плазменные двигатели: схема, рабочие тела, интегральные параметры. Области применения плазменных двигателей.	4	4	6	14
6	ЭРД с электростатическим ускорением.	ЭРД с электростатическим ускорением. Основные процессы в электростатическом ускорителе. Структура электростатического ускорителя: источник ионов, ускорительная система, нейтрализатор. Способы получения ионов. Схема плазменного ионного двигателя.	4	4	6	14
7	Стационарный плазменный двигатель.	Схема стационарного плазменного двигателя. Основные интегральные параметры	2	2	5	9
Итого			18	18	36	72

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование основных характеристик ЭДД.
2. Исследование основных характеристик ЭРД с электромагнитным ускорением.
3. Исследование основных характеристик импульсных плазменных двигателей.
4. Исследование основных характеристик ЭРД с электростатическим ускорением.
5. Исследование основных характеристик стационарных плазменных двигателей.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать: - типы ЭРД; - типы топлив и рабочих тел, применяемых в ЭРД; - как проводить обоснованный выбор типа ЭРД в зависимости от задачи.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: - собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать приобретенные знания для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам; - составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: - информационными технологиями и математическими методами расчета при проектировании деталей и узлов ЭРД	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать: - основные соотношения, позволяющие оценить интегральные параметры ЭРД; - принципиальные и конструктивные схемы основных типов ЭРД и соответствующий им диапазон интегральных параметров.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: - изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по специальности; - проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения задачи; - составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: - инженерными методами расчета ЭРД.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	Знать: - типы ЭРД; - типы топлив и рабочих тел, применяемых в ЭРД; - как проводить обоснованный выбор типа ЭРД в зависимости от задачи.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: - собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать приобретенные знания для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам; - составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: - информационными технологиями и математическими методами расчета при проектировании деталей и узлов ЭРД	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать: - основные соотношения, позволяющие оценить интегральные параметры ЭРД; - принципиальные и конструктивные схемы основных типов ЭРД и соответствующий им диапазон интегральных параметров.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: - изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по специальности; - проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения задачи; - составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: - инженерными методами расчета ЭРД.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Электроракетный двигатель это - :
 - а) двигатель, который преобразует кинетическую энергию заряженной частицы в электрическую;
 - б) двигатель, который преобразует химическую энергию компонентов топлива в кинетическую энергию реактивной струи газа;
 - в) двигатель, который преобразует электрическую энергию в направленную кинетическую энергию заряженной частицы;
 - г) двигатель, который использует энергию деления или синтез ядер для создания реактивной тяги.

2. Типичное значение удельного импульса ЭРД:
 - а) 50-150 с;
 - б) 150-470с;
 - в) 500-800с;
 - г) 800-7000с.

3. К двигателям с тепловым механизмом ускорения рабочего тела относятся:
 - а) электродуговой и электронагревный двигатели;
 - б) магнитоплазодинамический и безэлектродный двигатели;
 - в) двигатель с анодным слоем и стационарный плазменный двигатель;
 - г) ионный двигатель.

4. К двигателям с электромагнитным механизмом ускорения рабочего тела относятся:
 - а) электродуговой и электронагревный двигатели;
 - б) магнитоплазодинамический и безэлектродный двигатели;
 - в) двигатель с анодным слоем и стационарный плазменный двигатель;
 - г) ионный двигатель.

5. К двигателям с электростатическим механизмом ускорения рабочего тела относятся:
 - а) электродуговой и электронагревный двигатели;
 - б) магнитоплазодинамический и безэлектродный двигатели;
 - в) двигатель с анодным слоем и стационарный плазменный двигатель;
 - г) ионный двигатель.

6. Типичные рабочие тела, применяемые в двигателях с электромагнитным механизмом ускорения рабочего тела:
 - а) водород, аммиак, гидразин;

- б) литий, аргон, криптон;
- в) криптон, ксенон;
- г) кислород+фтор, НДМГ+азотный тетраоксид.

7. Типичные рабочие тела, применяемые в двигателях с тепловым механизмом ускорения рабочего тела:

- а) водород, аммиак, гидразин;
- б) литий, аргон, криптон;
- в) криптон, ксенон;
- г) кислород+фтор, НДМГ+азотный тетраоксид.

8. Типичные рабочие тела, применяемые в двигателях с электростатическим механизмом ускорения рабочего тела:

- а) водород, аммиак, гидразин;
- б) литий, аргон, криптон;
- в) криптон, ксенон;
- г) кислород+фтор, НДМГ+азотный тетраоксид.

9. Катод-нейтрализатор необходим для:

- а) увеличения тяги и ресурса;
- б) компенсации объемного заряда ионной струи;
- в) увеличения удельного импульса и КПД;
- г) улучшения расходных характеристик.

10. Основными характеристиками ЭРД являются:

- а) массовый расход РТ, ионный ток, КПД;
- б) тяга, потребляемая мощность, удельный импульс;
- в) тяга, удельная тяга, удельный импульс;
- г) температура иона, сила магнитного поля, энергия выхода электронов.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Вычислить тягу ионного двигателя при $U_{эз}=+2000В$, $U_{вз}=-300В$, $m=0,2$ мг/с, коэффициент ионизации $\beta=0,85$. Рабочее тело – ксенон.

2. Вычислить тягу ионного двигателя при $U_{эз}=+1500В$, $U_{вз}=-250В$, $m=0,75$ мг/с, коэффициент ионизации $\beta=0,75$. Рабочее тело – ксенон.

3. Вычислить тягу ионного двигателя при $U_{эз}=+4500В$, $U_{вз}=-350В$, ток ионного пучка $i=5$ А, коэффициент ионизации $\beta=0,75$. Рабочее тело – криптон.

4. Вычислить тягу и КПД ионного двигателя при $U_{эз}=+1800В$, $U_{вз}=-250В$, $m=20$ мг/с, коэффициент ионизации $\beta=0,75$, мощность КН=20Вт. Рабочее тело – ксенон.

5. Вычислить тягу электронагревного двигателя при $T_k=1400\text{K}$, $p_k=25\text{атм}$, $m=55\text{ мг/с}$. Рабочее тело – водород.

6. Вычислить тягу и удельный импульс электронагревного двигателя при $T_k=1200\text{K}$, $p_k=35\text{атм}$, $m=125\text{ мг/с}$. Рабочее тело – НДМГ.

7. Вычислить тягу и КПД магнетоплазодинамического двигателя при $N=300\text{ кВт}$, $I_{уд}=5000\text{ с}$, $m=150\text{ мг/с}$. Рабочее тело – литий.

8. Вычислить тягу и КПД безэлектродного плазменного двигателя при $N=100\text{ кВт}$, $I_{уд}=5000\text{ с}$, $m=120\text{ мг/с}$. Рабочее тело – аргон.

9. Вычислить тяговый КПД ЭРД при $I_{уд}=70000\text{ м/с}$, цена тяги $C_T=45000\text{ Вт/Н}$ и коэффициент ионизации $\beta=0,9$.

10. Вычислить электрическую мощность, которую надо подвести к двигателю с секундным расходом $m=0,5\text{ мг/с}$, удельным импульсом $I_{уд}=5000\text{ м/с}$ и тяговым КПД $=0,6$.

11. Вычислить тягу двигателя, у которого секунднй расход $m=10\text{ мг/с}$ и удельный импульс $I_{уд}=20000\text{ м/с}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. ЭРД имеет следующие параметры: массовый расход $m=0,2\text{ мг/с}$; коэффициент ионизации $\beta=0,9$; кинетический КПД $\eta_k=0,8$; коэффициент неоднородности по скорости $\eta_v=0,94$; половина угла расходимости струи при равномерной плотности потока $\delta=20^\circ$. Найти тягу, цену тяги и электрическую мощность, которую надо подвести к этому двигателю.

2. Определить оптимальный удельный импульс ЭРД мощностью $N_{дв}=5\text{ кВт}$ при условии работы КА на заданной орбите в течение одного года.

3. Для коррекции положения КА массой 1 т приращение характеристической скорости спутника должно быть не менее 500 м/с .

Для этого спутника предполагается попользовать ЭРД со следующими параметрами: тяга – 5 мН ; объем части двигателя, которая распыляется вследствие эрозии $4\cdot 10^{-6}\text{ мм}^3$, концентрация частиц материала электрода – $3\cdot 10^{29}\text{ 1/м}^3$, ионный ток 1 А , коэффициент использования рабочего тела при ускорении $-0,99$, коэффициент катодного распыления – 1 . Можно ли использовать ЭРД на данном спутнике?

4. Найти массу ДУ, если ЭРД имеет коэффициент ионизации $\beta=0,8$, $\eta_{дв}=0,95$, тяга $R=100\text{ мН}$ в течение года при скорости истечения 45 км/с .

5. Какую массу будет иметь ДУ, которая должна обеспечить получение суммарного импульса $1,5 \cdot 10^7$ Н·с, если электрическая мощность двигателя не должна превышать 210 кВт, удельный импульс должен быть не менее 30000 м/с, а тяговый к.п.д. – не более 0,75.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Электроракетные двигатели. Классификация ЭРД. Механизмы ускорения.
2. Электронагревный двигатель.
3. Электродуговой двигатель.
4. ЭРД с электромагнитным ускорением. Основные процессы.
5. Коаксиальный плазменный ускоритель.
6. Импульсные плазменные двигатели.
7. ЭРД с электростатическим ускорением. Основные процессы.
8. Структура электростатического ускорителя.
9. Схема плазменно-ионного двигателя.
10. Схема стационарного плазменного двигателя.
11. Области применения ЭРД.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 21 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Общая характеристика ЭРД.	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос
2	Электронагревной двигатель (ЭНД).	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос
3	Электродуговой двигатель (ЭДД).	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ
4	ЭРД с электромагнитным ускорением.	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ
5	Импульсные плазменные двигатели.	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ

6	ЭРД с электростатическим ускорением.	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ
7	Стационарный плазменный двигатель.	УК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Фаворский О.Н., Фишгойт В.В., Янтовский Е.Н. Основы теории космических электрореактивных двигательных установок. – М.: Высшая школа, 1970.

2. Гришин С.Д., Козлов Н.П. Электрические ракетные двигатели. – М.: Машиностроение, 1989.

3. Квасников Л.А., Латышев Л.А., Пономарев-Степной Н.Н. и др. Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов. Учебник, 2-е изд. - М.: МАИ, 2001.

4. Григорьян В.Г., Евдокимов К.В., Назаренко И.П. Двигатели космических летательных аппаратов: учеб. пособие / МАИ (Гос. техн. ун-т). - М.: МАИ-ПРИНТ, 2008.

5. Белан Н.В., Ким В.П., Оранский А.И., Тихонов В.Б. Стационарные плазменные двигатели. – Харьков: ХАИ, 1989.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Microsoft Win Pro 10
2. Acrobat Pro 2017
3. NX Academic
4. 7 zip
5. Google Chrome
6. LibreOffice
7. Mozilla Firefox
8. Компас-3D
9. OpenOffice
10. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал
11. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
12. elibrary.ru
13. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
14. www.iprbookshop.ru – электронная библиотека

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория № 153 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная мультимедиа-проектором и экраном, для проведения лекционных занятий.

Аудитории № 154, № 149 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованные специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя для проведения лекционных занятий и самостоятельной работы.

Специализированная аудитория, оснащенная персональными компьютерами и специальным программным обеспечением для лабораторных работ - учебная аудитория № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.), укомплектованная специализированной мебелью и оборудованная техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Проектирование электроракетных двигателей» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			