


**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

«Основы проектирования летательных аппаратов»

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



/ В.А.Митрофанов /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей



/ В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/ В.С. Рачук /

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Обеспечить высокую профессиональную подготовку инженеров-конструкторов в области практического применения основ проектирования различных ЛА – ракет-носителей, баллистических ракет, ЛА с крылом, с использованием системного комплексного подхода.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение знаний по компоновочным и конструктивно-силовым схемам ЛА; освоение теоретических основ проектирования ЛА; развитие способности систематизации исходных данных с целью принятия оптимальных проектных решений; формирование способности формулировать и решать оптимизационные задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования летательных аппаратов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы проектирования летательных аппаратов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-6	знать методы сбора, обработки, анализа и систематизацию научно-технической информации
	уметь применять методы и средства решения научно-исследовательских задач по направлению исследований, анализу и систематизации научно-технической информации
	владеть навыками проведения и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы проектирования летательных аппаратов» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Раздел 1. Общие сведения о проектировании транспортных летательных аппаратов	Постановка задач проектирования. Основы системного анализа, приёмы и методы решения технических задач при инновационном проектировании.	6	2	4	12	24
2	Раздел 2. Компонентные и конструктивно-силовые схемы ракет с жидкостными двигателями	Компонентные схемы ракет с жидкостными двигателями. Конструктивно-силовые схемы ракет с жидкостными двигателями. Массово-энергетические соотношения БР и РН.	6	2	4	12	24
3	Раздел 3. Теоретические основы проектирования летательных аппаратов	Основные проектные параметры транспортных летательных аппаратов. Выбор критериев эффективности при проектировании летательных аппаратов. Формализация взаимосвязей основных проектных параметров летательных аппаратов, летно-технических характеристик и критериев эффективности. Методы решения задач проектирования летательных аппаратов.	6	2	4	12	24
4	Раздел 4. Определение основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам	Выбор основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим и массово-энергетическим характеристикам. Выбор основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам и сочетаниям компонентов	6	4	2	12	24

		топлива. Параметрический анализ основных характеристик летательного аппарата при заданных летно-технических характеристиках. Определение массово-энергетических, объемно-габаритных характеристик по основным проектным параметрам и уточнение исходных данных.					
5	Раздел 5. Особенности проектирования многоразовых летательных аппаратов	Общие сведения об особенностях многоразовых летательных аппаратов и о концепциях их проектирования. Выбор количества и соотношения ступеней многоразовых летательных аппаратов. Выбор способа старта и типа разгонных двигательных установок. Выбор способов возвращения и посадки ступеней. Выбор компонентов топлива и размерности двигателей. Обеспечение безопасности пилотируемых полетов. Выбор компоновочной и конструктивно-силовой схемы многоразовых летательных аппаратов. Многоразовая техника и экологические проблемы ракетно-космической деятельности.	6	4	2	12	24
6	Раздел 6. Согласование характеристик двигательных установок ракетных блоков с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей	Характеристики одиночных ЖРД и двигательных установок ракетных блоков баллистических ракет и ракет-носителей. Основные характеристики жидких ракетных топлив, их влияние на характеристики ЖРД. Согласование характеристик одиночных ЖРД с характеристиками ракетных блоков. Пневмогидравлические системы ракетных блоков с ЖРД. Требования к надежности двигательных установок. Дроссель рулевых сопел	6	4	2	12	24
7	Раздел 7. Согласование характеристик и состава системы управления с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей	Задачи управления и основные требования к системам управления баллистических ракет и ракет-носителей. Выбор принципов построения и состава систем управления баллистических ракет и ракет-носителей. Исполнительные органы управления баллистических ракет и ракет-носителей и их характеристики. Возможности современных систем управления летательных аппаратов.					
Итого			36	18	18	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Определение основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам.

Согласование характеристик двигательных установок ракетных блоков с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей.

Согласование характеристик и состава системы управления с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей.

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
ОПК-6	знать методы сбора, обработки, анализа и систематизацию научно-технической информации	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы и средства решения научно-исследовательских задач по направлению исследований, анализу и систематизации научно-технической информации	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	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 10 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-6	знать методы сбора, обработки, анализа и систематизацию научно-технической информации	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы и средства решения научно-исследовательских задач по направлению исследований, анализу и систематизации научно-технической информации	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	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. Каким образом обычно достигается плавный запуск ЖРД?
 - а) использованием регулирующих устройств в магистралях подачи топлива в камеру;
 - б) путем плавного увеличения оборотов ТНА;
 - в) изменением давления наддува баков;
 - г) с помощью клапанов управления;
 - д) с помощью регулятора оборотов ТНА.

2. Зачем применяется опережение подачи одного компонента относительно другого?
 - а) для уменьшения заброса давления в камере;
 - б) для лучшего воспламенения компонентов;
 - в) для улучшения смесеобразования компонентов;

- г) все равно невозможно подать оба компонента одновременно;
- д) этого требует система автоматики.

3. Зачем применяется ступенчатый запуск?

- а) для того, чтобы не было заброса давления в камере;
- б) чтобы уменьшить инерционные силы в агрегатах двигателя;
- в) двигатель больших размеров невозможно сразу запустить;
- г) чтобы проверить произошло ли зажигание во всех камерах или двигателях при совместной работе;
- д) чтобы компонент успел заполнить все полости в магистралях.

4. Почему в восстановительном газогенераторе целесообразно делать опережение горючего?

- а) потому что горючего подается больше;
- б) потому что при опережении окислителя в какой-то момент $\alpha_{ок}=1$;
- в) потому что так легче обеспечить зажигание компонентов;
- г) потому что выполнить опережение горючего проще;
- д) потому что при таком опережении обеспечивается устойчивое горение.

5. Почему невозможно выполнить идеальный запуск?

- а) в этом случае большие инерционные нагрузки;
- б) нет возможности мгновенно открыть клапаны;
- в) все процессы, включая горение, инерционны;
- г) нет возможности обеспечить по всему объему камеры;
- д) нет возможности мгновенно подать компоненты в камеру.

6. Зачем необходим предварительный наддув топливных баков при запуске ЖРД?

- а) для обеспечения устойчивости формы баков;
- б) для проверки работоспособности системы наддува;
- в) для обеспечения работы системы регулирования опорожнения баков;
- г) для обеспечения бескавитационной работы насосов ТНА;
- д) для проверки работы дренажных клапанов.

7. Зачем необходима операция "захолаживание магистралей"?

- а) чтобы обеспечить прочность деталей магистрали;
- б) чтобы получить необходимое агрегатное состояние компонентов при запуске;
- в) чтобы получить устойчивое горение в камере;
- г) чтобы получить устойчивое горение в газогенераторе;
- д) чтобы охлаждение магистрали было постепенным.

8. В чем основное преимущество зависимых (от двигателя) систем

наддува баков?

- а) они не требуют баллона с газом для наддува;
- б) требуется меньше деталей арматуры;
- в) такие системы наддува более дешевы;
- г) в таких системах не нужен редуктор давления газа;
- д) в таких системах используется энергия топлива, что позволяет уменьшить массу системы.

9. В чем основное преимущество схемы с отдельными ТНА?

- а) упрощается управление двигателем;
- б) обеспечивается возможность получения различной частоты вращения насосам «О» и «Г»;
- в) уменьшается масса конструкции;
- г) не требуется сложное уплотнение между насосами «О» и «Г»;
- д) уменьшаются размеры турбины (меньше мощность).

10. Что может случиться, если не будет продувки магистрали запаздывающего компонента?

- а) не будет гарантировано обеспечено опережение заданного компонента;
- б) не будет зажигания в заданный момент;
- в) возможен большой заброс давления в камере при зажигании;
- г) возможно не произойдет воспламенение компонентов;
- д) опережающий компонент может через форсунки попасть в полости запаздывающего и воспламениться там.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Вычислить приращение идеальной скорости ракеты, если при модернизации массу ее конструкции уменьшили на 300 кг. Массовый эквивалент $8,55 \text{ (кг}\cdot\text{с)/м}$, удельный импульс в пустоте 3500 м/с .

- а) 0,5%.
- б) 1,0%.
- в) 2,5%.
- г) 3,5%.

2. Какое давление в камере сгорания характерно для ЖРД с подачей компонентов а) вытеснительной; б) турбонасосной без дожигания; в) турбонасосной с дожиганием одного газа; г) турбонасосной с дожиганием двух газов?

- а) $(10 \dots 30)10^5 \text{ Па}$.
- б) $(50 \dots 100)10^5 \text{ Па}$.
- в) $(150 \dots 200)10^5 \text{ Па}$.
- г) $(250 \dots 350)10^5 \text{ Па}$.

3. Вычислить приращение идеальной скорости ракеты, если при модернизации увеличили удельный импульс на 60 м/с, но при этом масса конструкции возросла на 100 кг. Массовый эквивалент 10 (кг·с)/м; прежний удельный импульс в пустоте 3300 м/с.

- а) 0,5%.
- б) 1,0%.
- в) 1,5%.
- г) 2,0%.

4. При модернизации двигателя увеличили удельный импульс, но одновременно возросла и его масса. Как оценить конечный эффект?

- а) Сравнить новый удельный импульс с прежним.
- б) Сравнить новую массу с прежней.
- в) Сравнить одновременно новые значения импульса и массы двигателя с их прежними значениями.
- г) Определить эффективное изменение удельного импульса, введя массовый эквивалент.

5. На ракете не вырабатывается полностью топливо из баков. Как нагляднее оценить этот недостаток системы питания?

- а) Найти уменьшение времени работы двигателя.
- б) Найти уменьшение суммарного импульса.
- в) Найти соответствующее число единиц удельного импульса через массовый эквивалент.
- г) Найти новое значение относительной конечной массы ракеты.

6. Сколько килограммов можно добавить к полезной нагрузке ракеты, если при модернизации возросли удельный импульс на 100 м/с и масса конструкции на 200 кг; массовый эквивалент 10 (кг·с)/м.

- а) 1000 кг.
- б) 800 кг.
- в) 600 кг.
- г) 400 кг.

7. Остатки не вырабатываемого топлива уменьшили с 1,0 до 0,5% от запаса топлива. Найти прирост идеальной скорости ракеты, если начальная масса ракеты 50т, относительная конечная масса 0,3, пустотный удельный импульс 3500 м/с, массовый эквивалент 10 (кг·с)/м.

- а) 0,5%.
- б) 1,0%.
- в) 1,5%.
- г) 2,0%.

8. Какова мощность ракетного двигателя:

- кислород – углеводородного при $P_p = 10 \cdot 10^4$ Н, $K_p = 2$?

- а) $180 \cdot 10^3$ кВт.
- б) $150 \cdot 10^3$ кВт.
- в) $120 \cdot 10^3$ кВт.
- г) $90 \cdot 10^3$ кВт.

- кислородно – водородного при $P_p = 1$ МН, $K_p = 2$?

- а) $2,5 \cdot 10^6$ кВт.
- б) $2,2 \cdot 10^6$ кВт.
- в) $1,8 \cdot 10^6$ кВт.
- г) $1,5 \cdot 10^6$ кВт.

9. В каком случае эффективная скорость численно равна скорости истечения w_a ?

- а) При $p_a < p_n$.
- б) При $p_a = p_n$.
- в) При $p_a > p_n$.
- г) Всегда.

10. Какое соотношение скоростей при работе сопла на режиме $p_a > p_n$?

- а) $w_3 < w_a$.
- б) $w_3 = w_a$.
- в) $w_3 > w_a$.
- г) $w_3 = w_{max}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить расход топлива ($O_2 + H_2$) поступающий в камеру при $p_k = 98 \cdot 10^5$ Па, если $\epsilon_k = 0,88$, $F_{кр} = 100$ см², потери в камере сгорания 2%.

- а) 80 кг/с.
- б) 60 кг/с.
- в) 40 кг/с.
- г) 20 кг/с.

2. Определить коэффициент $\varphi_{уд.П} = I_{П.Т} / I_{П.Т}$ при теоретическом значении удельного импульса $I_{П.Т} = 3400$ м/с, если при $p_n = 10^5$ Па тяга камеры $P_{н=0} = 30000$ Н; расход $\dot{m} = 10$ кг/с; удельная площадь среза сопла $F_{ауд} = 0,0023 \frac{м^2}{кг/с}$.

- а) 0,98.
- б) 0,95.
- в) 0,92.
- г) 0,89

3. Определить потери удельного импульса, если при $p_n = 10^5$ Па тяга составляет $P_{n=0} = 30000$ Н; расход $\dot{m} = 100$ кг/с. Принять $I_{П.Т} = 3450$ м/с, $F_{а\text{ уд}} = 24,5 \frac{\text{см}^2}{\text{кг/с}}$.

- а) 4 %.
- б) 6 %.
- в) 8 %.
- г) 10 %.

4. Определить коэффициент $\varphi_{\text{уд.П}} = I_{\text{П}} / I_{\text{П.Т}}$ при $p_n = 10^5$ Па, если тяга составляет $P_{n=0} = 90000$ Н; расход $\dot{m} = 40$ кг/с. Известны $I_{\text{П.Т}} = 3200$ м/с, $F_{а\text{ уд}} = 0,007 \frac{\text{м}^2}{\text{кг/с}}$.

- а) 0,98.
- б) 0,94.
- в) 0,90.
- г) 0,86.

5. Какую тягу в пустоте создает камера при $p_{к2} = 100 \cdot 10^5$ Н/м² имеющая геометрические размеры: $F_{\text{вд}} = 0,06$ м²; $\bar{F}_k \approx 6$; $\bar{F}_a \approx 40$?

- а) ~ 0,6 МН.
- б) ~ 0,8 МН.
- в) ~ 1,1 МН.
- г) ~ 1,5 МН.

6. Тяга камеры $P_n = 84 \cdot 10^4$ Н, коэффициент тяги $K_n = 1,75$. Какую тягу создаст камера, если отнять сверхзвуковую часть сопла?

- а) $75 \cdot 10^4$ Н.
- б) $60 \cdot 10^4$ Н.
- в) $45 \cdot 10^4$ Н.
- г) $30 \cdot 10^4$ Н.

7. Тяга камеры $P_n = 1$ МН, коэффициент тяги $K_n = 2,05$. Какой вклад даёт сверхзвуковая часть сопла?

- а) ~ 0,3 МН.
- б) ~ 0,4 МН.
- в) ~ 0,5 МН.
- г) ~ 0,6 МН.

8. В каком выражении для вычисления удельного импульса I_n имеется

ошибка?

- а) $w_a + F_{a,yd} (p_a - p_H)$.
- б) $C^* K_{II} - C^* \bar{F}_a \cdot p_H / p_K \varepsilon_K$.
- в) $I_p \varphi_H$.
- г) $C^* K_{II} \varphi_H$.

9. Чему примерно равно теоретическое значение характеристической скорости C^* топлива азотный тетраоксид и несимметричный диметилгидразин?

- а) 1500 м/с.
- б) 1750 м/с.
- в) 2000 м/с.
- г) 2250 м/с.

10. В камеру для достижения давления p_K подаётся расход азотной кислоты и керосина, равный m . Какой надо назначить расход, если перейти на топливо кислород и углеводород?

- а) $0,7 m$.
- б) $0,85 m$.
- в) $1 m$.
- г) $1,15 m$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Общие сведения о проектировании транспортных летательных аппаратов.
2. Постановка задач проектирования.
3. Основы системного анализа.
4. Приёмы и методы решения технических задач при инновационном проектировании.
5. Компоновочные схемы ракет с жидкостными двигателями.
6. Конструктивно-силовые схемы ракет с жидкостными двигателями.
7. Массово-энергетические соотношения БР и РН.
8. Основные проектные параметры транспортных летательных аппаратов.
9. Выбор критериев эффективности при проектировании летательных аппаратов.
10. Формализация взаимосвязей основных проектных параметров летательных аппаратов, летно-технических характеристик и критериев эффективности.
11. Методы решения задач проектирования летательных аппаратов.
12. Выбор основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим и массово-энергетическим характеристикам.
13. Выбор основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам и сочетаниям компонентов топлива.
14. Параметрический анализ основных характеристик летательного аппарата при заданных летно-технических характеристиках.
15. Определение массово-энергетических, объемно-габаритных характеристик по

- основным проектным параметрам и уточнение исходных данных.
16. Общие сведения об особенностях многоразовых летательных аппаратов и о концепциях их проектирования.
 17. Выбор количества и соотношения ступеней многоразовых летательных аппаратов.
 18. Выбор способа старта и типа разгонных двигательных установок.
 19. Выбор способов возвращения и посадки ступеней.
 20. Выбор компонентов топлива и размерности двигателей.
 21. Обеспечение безопасности пилотируемых полетов.
 22. Выбор компоновочной и конструктивно-силовой схемы многоразовых летательных аппаратов.
 23. Многоразовая техника и экологические проблемы ракетно-космической деятельности.
 24. Характеристики одиночных ЖРД и двигательных установок ракетных блоков баллистических ракет и ракет-носителей.
 25. Основные характеристики жидких ракетных топлив, их влияние на характеристики ЖРД.
 26. Согласование характеристик одиночных ЖРД с характеристиками ракетных блоков.
 27. Пневмогидравлические системы ракетных блоков с ЖРД.
 28. Требования к надежности двигательных установок.
 29. Дроссель рулевых сопел.
 30. Задачи управления и основные требования к системам управления баллистических ракет и ракет-носителей.
 31. Выбор принципов построения и состава систем управления баллистических ракет и ракет-носителей.
 32. Исполнительные органы управления баллистических ракет и ракет-носителей и их характеристики.
 33. Возможности современных систем управления летательных аппаратов.

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 с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос, одну стандартную и одну прикладную задачу. Каждый пункт в билете оценивается 12 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 36.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 11 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 18 баллов .

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 19 до 26 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 27 до 36 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Общие сведения о проектировании транспортных летательных аппаратов	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
2	Раздел 2. Компонировочные и конструктивно-силовые схемы ракет с жидкостными двигателями	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
3	Раздел 3. Теоретические основы проектирования летательных аппаратов	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
4	Раздел 4. Определение основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
5	Раздел 5. Особенности проектирования многоразовых летательных аппаратов	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
6	Раздел 6. Согласование характеристик двигательных установок ракетных блоков с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей	ОПК-6	Тест, опрос, защита лабораторных работ
7	Раздел 7. Согласование характеристик и состава системы управления с основными проектными параметрами баллистических ракет и ракет-носителей	ОПК-6	Тест, 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

Основная литература

1. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебное пособие для технических вузов/ В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов; Под ред. А. М. Матвеевко и О. М. Алифанова. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005.- 375 с.
2. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. - М.: Машиностроение, 2010
3. Конструирование жидкостных ракетных двигателей: дипломное проектирование: учеб. пособие / А.В. Иванов, Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов / [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые и граф. данные (1,06 Мб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. 167 с.
4. Расчет и конструирование агрегатов ЖРД: учеб. пособие/ Гуртовой А.А., Скоморохов Г.И., Шматов Д.П. / [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые и граф. данные (1,67 Мб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. 166 с.

Дополнительная литература

1. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки" / Г.Г. Гахун, В.И. Баулин, В.А. Володин и др.; Под общ. ред. Г.Г. Гахуна. - М.: Машиностроение, 1989. - 424 с.
2. Ревенков А.В., Ревенков Е.В. Теория и практика решения технических задач: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ, 2008. – 384 с.
3. САПР жидкостных ракетных двигателей: учеб. пособие. Иванов А.В., Скоморохов Г.И. - Воронеж: ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. – 206 с.

Методические разработки

1. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы проектирования летательных аппаратов» для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», (специализация «Проектирование жидкостных ракетных двигателей») очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», сост. Ю. В. Демьяненко, Г. И. Скоморохов, Д. П. Шматов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. 41 с.(электронный ресурс)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая пе-

речень 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 и практических занятий.

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

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 «Основы проектирования летательных аппаратов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета основных проектных параметров баллистических ракет и ракет-носителей по заданным летно-техническим характеристикам. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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; помечать 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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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			