

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технология изготовления деталей и сборка
жидкостных ракетных двигателей»

**Специальность 24.05.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ И
РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Специализация №3 Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы



/Г.А. Сухочев /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей



/В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/В.С. Рачук/

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов, владеющих современными знаниями и практическими навыками проектирования традиционных и наукоёмких технологий проектирования технологических процессов изготовления корпусных деталей, корпусных деталей, центробежных и осевых рабочих колёс, прецизионных пар плунжерных насосов и двигателей, сборки, испытания и контроля агрегатов жидкостного ракетного двигателя.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение правил разработки маршрута сборки, изучение методов проектирования технологических процессов двигателей ЖРД;
- освоение методов и последовательности проектирования ТП, изучение методики отработки на технологичность ЖРД;
- приобретение навыков выбора режимов обработки, освоение методов технического нормирования и правил оформления технологической документации;
- изучение методов проектирования технологий изготовления типовых деталей ЖРД.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология изготовления деталей и сборка жидкостных ракетных двигателей» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология изготовления деталей и сборка жидкостных ракетных двигателей» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8: способность разрабатывать маршрутные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов двигателей и энергоустановок ЛА;

ПК-10: способность разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки;

ПК-14: способность обеспечивать технологичность изделий в процессе их конструирования и изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении авиационных, ракетных двигателей, энергоустановок ЛА, их отдельных узлов и агрегатов;

ПК-15: способность принимать участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий;

ПСК-3.7: осуществление технического контроля и управление качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	<p>знать методы составления маршрутных карт технологических процессов изготовления отдельных деталей и агрегатов двигателей.</p> <p>уметь использовать в практической деятельности методы и средства проектирования в ручном и компьютерном режиме технологий изготовления деталей.</p> <p>владеть практическими навыками проектирования в ручном режиме маршрутных технологий изготовления деталей</p>
ПК-10	<p>знать порядок разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки</p> <p>уметь использовать в практической деятельности методы и средства разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки</p> <p>владеть практическими навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки</p>
ПК-14	<p>знать методику обеспечения технологичности ракетных двигателей в процессе их конструирования и изготовления</p> <p>уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов</p> <p>владеть практическими навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов</p>
ПК-15	<p>знать состав работ по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции</p> <p>уметь проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий</p> <p>владеть практическими навыками по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции</p>
ПСК-3.7	<p>знать методы осуществления технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества</p> <p>уметь осуществлять технический контроль при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества</p> <p>владеть практическими навыками технического контроля при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология изготовления деталей и сборка жидкостных ракетных двигателей» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	А
Аудиторные занятия (всего)	108	72	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	108	54	54
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	зачет	экзамен
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач. ед.	7	3	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	Последовательность и методика проектирования технологических процессов изготовления ДСЕ ЖРД. Оценка производственной технологичности	Исходные данные. Принципы, методы и последовательность проектирования технологических процессов изготовления ДСЕ ЖРД. Разработка, отработка и внедрение технологических процессов. Показатели качественной и количественной отработки ЖРД на производственную технологичность, методика и формы отработки на технологичность. Определение базовых деталей. Технологический классификатор деталей ЖРД.	6	6	4	18	34
2	Методы получения заготовок и их контроль. Выбор заготовок по условиям эксплуатации	Классификация методов изготовления заготовок. Определение затрат на изготовление заготовки. Определение затрат на механическую обработку. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств. Методы испытания заготовок. Выбор заготовок для ДСЕ ЖРД по условиям эксплуатации и способов их закрепления. Выбор оборудования.	6	6	4	18	34
3	Формирование состава операций, определение и расчёт припусков.	Технологическое обоснование состава переходов и операций. Формирование маршрута обработки. Примеры численного расчета технологических переходов. Расчетные формулы для определения припусков и предельных размеров поверхностей деталей ЖРД сложного профиля.	6	6	4	18	34
4	Расчёт режимов и показателей качества обработки поверхностей.	Достижимые нормативные значения параметров шероховатости и точности, глубины дефектного слоя, отклонений формы и расположения поверхностей сложной формы. Расчет режимов	6	6	8	18	38

		обработки ДСЕ ЖРД из труднообрабатываемых материалов. Обеспечение эффективности технологического процесса отделочно-упрочняющими методами обработки.					
5	Технологическая подготовка производства ЖРД.	Расчёт технических норм времени на обработку. Аналитические расчеты трудоемкости и методы хронометража рабочего времени. Структура штучного времени на обработку и испытание ДСЕ ЖРД. Виды и оформление технологической документации на изготовление и сборку ЖРД.	6	6	8	18	38
6	Сборка и испытание ДСЕ ЖРД и изделия в целом.	Структура средств сборки. Проектирование технологии сборки ЖРД. Организация сборочных работ ЖРД. Составление маршрутной технологии общей и узловой сборки ЖРД. Методика разработки схем технологии сборки ЖРД. Технологические испытания	6	6	8	18	38
Итого			36	36	36	108	216

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Влияние лезвийной, абразивной и упрочняющей обработки на параметры шероховатости и волнистости.
2. Выбор режимов резания по критериям погрешности силового отжима и машинного времени обработки».
3. Влияние лезвийной, абразивной и упрочняющей обработки на формирование технологических остаточных напряжений и наклёп.
4. Определение припусков по нормативным таблицам. Расчет операционных припусков и предельных размеров аналитическим методом.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 10 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка технологического процесса изготовления детали «...».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определить назначение и принцип действия изделия, служебное назначение, технические характеристики и технологичность детали;
- определить тип производства и размер партии деталей;
- обосновать выбор метода и способа получения заготовки;
- назначить методы обработки;
- выбрать технологические базы;
- разработать маршрутный технологический процесс;
- обосновать выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов;
- рассчитать операционные размеры.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку

Пояснительная записка содержит следующие разделы:

– введение, в котором указывается цель проекта, его связь с задачами машиностроения и отражаются последние решения правительства в области развития машиностроения;

– построение 3D-модели и чертежа в электронном виде; описание конструкции сборочной единицы и обрабатываемой детали, технологичность, технические требования;

– технологическая часть содержит описание процедуры ручного и автоматизированного проектирования технологического процесса и технологическую документацию;

– выводы и заключение.

Графическая часть проекта включает 3D-модель и рабочие чертежи детали (распечатанные с компьютерной версии), заготовки, чертёж станочного приспособления, несколько технологических наладок; чертеж контрольного приспособления или прибора активного контроля (всего 4–5 листов А1).

Технологическая документация содержит маршрутные и операционные карты, карты эскизов, титульный лист технологическая документация с подписью исполнителя, нормоконтролёра и руководителя.

Объём курсовой работы содержит пояснительную записку объёмом 30-35 страниц на листах формата А4 по требованиям стандарта предприятия СТП ВГТУ 004-2007, чертежи 4–5 листов формата А1, технологическую документацию.

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
ПК-8	знать методы составления маршрутных карт технологических процессов изготовления отдельных деталей и агрегатов двигателей.	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства проектирования в ручном и	Задание на лабораторную работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	компьютерном режиме технологий изготовления деталей.			программах
	владеть практическими навыками проектирования в ручном режиме маршрутных технологий изготовления деталей	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-10	знать порядок разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Задание на лабораторную работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-14	знать методику обеспечения технологичности ракетных двигателей в процессе их конструирования и изготовления	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	Задание на лабораторную работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-15	знать состав работ по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий	Задание на лабораторную работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими навыками по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	продукции			
ПСК-3.7	знать методы осуществления технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять технический контроль при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Задание на лабораторную работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими навыками технического контроля при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Опрос	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 9, А семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-8	знать методы составления маршрутных карт технологических процессов изготовления отдельных деталей и агрегатов двигателей.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства проектирования в ручном и компьютерном режиме технологий изготовления деталей.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими навыками проектирования в ручном режиме маршрутных технологий изготовления деталей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-10	знать порядок разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	технологической оснастки			
	владеть практическими навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-14	знать методику обеспечения технологичности ракетных двигателей в процессе их конструирования и изготовления	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-15	знать состав работ по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими навыками по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПСК-3.7	знать методы осуществления технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь осуществлять технический контроль при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими навыками технического контроля при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-8	знать методы составления маршрутных карт технологических процессов изготовления отдельных деталей и агрегатов двигателей.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства проектирования в ручном и компьютерном режиме технологий изготовления деталей.	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 практическими навыками проектирования в ручном режиме маршрутных технологий изготовления деталей	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
ПК-10	знать порядок разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать в практической деятельности методы и средства разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и	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

	технологической оснастки					
	владеть практическими навыками разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки	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
ПК-14	знать методику обеспечения технологичности ракетных двигателей в процессе их конструирования и изготовления	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	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 практическими навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении ракетных двигателей, их отдельных узлов и агрегатов	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
ПК-15	знать состав работ по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий	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 практическими	Решение прикладных	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован верный	Задачи не решены

	навыками по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	ход решения в большинстве задач	
ПСК-3.7	знать методы осуществления технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять технический контроль при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	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 практическими навыками технического контроля при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	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. Что включает в себя понятие «отработка ЖРД на технологичность»

А. Проведение нормоконтроля

Б. Удобство на рабочем месте по выполнению операции

В. Безопасное место работы изготовления деталей ЖРД

Г. Минимизация затрат при заданном уровне качества ЖРД

2. Виды отработки конструкции ЖРД на технологичность

- А. Обсуждение экспертами
 - Б. Сравнение с прототипами
 - В. Сравнение документации с эталонными образцами
 - Г. Оптимизация количественных показателей на всех этапах создания изделия
3. Показатели качественной отработки ЖРД на технологичность
- А. Эргономичность ЖРД
 - Б. Ремонтодоступность
 - В. Малозатратность в эксплуатации ЖРД
 - Г. Утилизационные условия для ЖРД
4. Показатели численной отработки ЖРД на технологичность
- А. Энергоемкость производства
 - Б. Трудоемкость изготовления
 - В. Коэффициент использования материала
 - Г. Коэффициент конструктивной сложности ЖРД
5. Порядок проведения отработки ЖРД на технологичность
- А. Анализ технологичности эскизного проекта после нормоконтроля
 - Б. Оценка технологичности конструктивного чертежа ЖРД
 - В. Анализ технологичности рабочего чертежа ЖРД после проведения нормоконтроля
6. Технологичность фрезерования пазов на тонкостенной оболочке КС ЖРД
- А. Использование ЧПУ
 - Б. Использование следящей копировальной системы
 - В. Использование следящей адаптивной системы при фрезеровании
 - Г. Учет упругих деформаций в процессе формообразования пазов
7. Технологичность корпусной детали ЖРД
- А. Наличие установочных баз
 - Б. Устойчивость
 - В. Жесткость
 - Г. Наличие пересекающихся поверхностей
8. Примеры отработки на технологичность ДСЕ ЖРД
- А. Замена шпонки закрытого типа на сегментный для серийного производства ДСЕ ЖРД
 - Б. Введение на валах канавок для выхода инструмента в единичном производстве ДСЕ ЖРД
 - В. Исключение глухих отверстий с резьбой для ДСЕ ЖРД
 - Г. Организация технологической прибыли в литых заготовках для базирования ДСЕ ЖРД на станках
9. Технологичность узловой сборки ЖРД
- А. Проведение параллельной независимой сборки и испытаний агрегатов
 - Б. Неполная взаимозаменяемость сопрягаемых поверхностей ДСЕ ЖРД
 - В. Полная взаимозаменяемость сопрягаемых поверхностей ДСЕ ЖРД
 - Г. Проведение выборочных испытаний агрегатов ЖРД

10. Технологичность общей сборки ЖРД
 - А. Полный контроль всех сопряжений ДСЕ ЖРД
 - Б. Пригонка стыков ДСЕ ЖРД
 - В. Использование линейных компенсаторов
 - Г. Применение механизированного инструмента

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Составлять технологическую часть эскизного проекта – это:
 - А. Обсуждать компоновки.
 - Б. Разрабатывать директивные технологии.
 - В. Определять предполагаемую производственную базу.
 - Г. Отрабатывать конструкцию на технологичность.
2. Формировать состав технологической части технического проекта – это:
 - А. Обсуждать компоновки.
 - Б. Выбирать материалы и ПКИ.
 - В. Определять предполагаемую производственную базу.
 - Г. Выявлять проблемные вопросы изготовления ДСЕ.
3. Техническое нормирование технологических операций – это ...
 - А. Расчет штучного времени
 - Б. Расчет основного времени
 - В. Расчет машинного времени
 - Г. Расчет основного и вспомогательного времени
4. Разработка технологической части рабочего проекта
 - А. Формулировать замечания и предложения по технологичности
 - Б. Выбирать виды заготовок
 - В. Дополнительно оснащать предполагаемую производственную базу
 - Г. Решать проблемные вопросы изготовления ДСЕ
5. Проектирование технологического процесса - это ...
 - А. Составление маршрута обработки
 - Б. Выбор оборудования.
 - В. Выбор инструмента и оснастки
 - Г. Выбор средств технологического оснащения
6. Проектирование технологической операции - это ...
 - А. Расчет режимов обработки
 - Б. Расчет припусков
 - В. Выбор инструмента и оснастки
 - Г. Выбор метода контроля.
7. Устранение случайных погрешностей – это ...
 - А. Постоянные проверки инструмента и оснастки
 - Б. ППР технологического оборудования
 - В. Повышение жесткости технологической системы
 - Г. Тщательная настройка инструмента
8. Устранение случайных погрешностей – это ...

- А. Постоянные проверки инструмента и оснастки
 - Б. Планово-предупредительный ремонт технологического оборудования
 - В. Повышение жесткости станка
 - Г. Периодическая настройка инструмента и оснастки
9. Отделочно-упрочняющая обработка – это...
- А. Химико-термическое воздействие
 - Б. Поверхностное пластическое деформирование
 - В. Гидроструйная обработка
 - Г. Вибрационное шлифование
10. Как по степени завершенности процесса воздействия технологии делят на:
- А. Директивные
 - Б. Дискретные
 - В. Единичные
 - Г. Групповые

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Оформление технологической документации, это:
- А. Выпуск маршрутной карты
 - Б. Оформление операционного бланка
 - В. Разработка эскиза к операции
2. К нестандартному оборудованию для производства ЖРД можно отнести
- А. Станки
 - Б. Стенды
 - В. Микроскоп
 - Г. Подъемник
3. Нестандартное оборудование, используемое для узловой сборки и испытаний:
- А. Стапель
 - Б. Стенд
 - В. Источник питания
 - Г. Биенемер
4. Типовой раздел технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования
- А. Технические характеристики
 - Б. Экономический расчет
 - В. Чертежи
 - Г. Технико-экономическое обоснование
5. Специальная технологическая оснастка, используемая для изготовления ДСЕ при сварке и узловой сборке
- А. Подставка
 - Б. Оправки
 - В. Съёмник

Г. Стапель

6. Необходимость предварительного технико-экономического обоснования в техническом задании на проектирование и изготовление нестандартного оборудования

А. Аналог не существует

Б. Отсутствие прототипа

В. Значительный вес и габариты

Г. Высокая степень точности обрабатываемой детали

7. Что включает в себя понятие оснащение рабочих мест:

А. Наличие инструмента и оснастки

Б. Комфортное место работы по выполнению операции

В. Безопасное место работы по выполнению операции

Г. Минимизация затрат при заданном уровне качества

8. Нормы выработки разрабатываются на основе

А. Трудоемкости работ

Б. Стоимости материалов и ПКИ

В. Цены на инструмент

Г. Объема партии (выпуска продукции)

9. Технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии – это ...

А. Расход на одного работающего.

Б. Норма расхода на одну штуку продукции.

В. Назначение нормативов на одну операцию.

Г. Расчет трудоемкости на самую точную поверхность.

10. Нормирование потребления электроэнергии для оборудования проводится

А. С учетом мощности оборудования

Б. По многостаночности обслуживания

В. Исходя из производительности станка

Г. Учитывая мощность резания

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация методов обработки поверхностей.

2. Материалы и заготовки валов

3. Технологии обработки шпоночных пазов на валах.

4. Технологии обработки шлицев на валах.

5. Методы обработки отверстий.

6. Технологии обработки резьб на валах.

7. Технология изготовления ступенчатого валов.

8. Технология испытаний агрегатов .

9. Методы испытания на герметичность.

10. Технология испытания ДСЕ на прочность.

11. Технология балансировки роторов, понятие дисбаланса.

12. Материалы и заготовки зубчатых колёс.

13. Классификация зубчатых колёс.

14. Динамическая балансировка роторов.
15. Технология изготовления зубчатых колес.
16. Технология нарезания зубьев методом копирования.
17. Технология нарезания зубьев методом обкатывания.
18. Технология нарезания зубьев долбяками.
19. Общее понятие технологичности конструкции.
20. Оборудование, используемое для обработки зубчатых колес.
21. Типовая технология изготовления зубчатых колес.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Технология обработки отверстий.
2. Заготовки для корпусных деталей.
3. Методы обработки плоских поверхностей корпусов.
4. Методы обработки базовых соосных отверстий корпусов.
5. Заготовки для корпусов агрегатов автоматики.
6. Технология литья в оболочковые формы.
7. Назначение и виды литейных пресс-форм.
8. Методы получения штампованных заготовок.
9. Основные показатели технологичности конструкции.
10. Что такое технологический процесс сборки?
11. Очистка и мойка деталей перед сборкой.
12. Пригонка деталей в процессе сборки.
13. Методы сборки соединений с натягом.
14. Технологические методы повышения долговечности изделий машиностроения.
15. Классификация методов упрочнения пластическим деформированием.
16. Накатывание и области его применения.
17. Обкатывание и области его применения.
18. Раскатывание и области его применения.
19. Алмазное выглаживание и области его применения.
20. Виброударное упрочнение и области ее применения.
21. Динамическое струйное упрочнение лопаточных деталей ЖРД.
22. Повышение износостойкости изделий химико-термической обработкой
23. Организация технологической подготовки производства в условиях единичного и мелкосерийного производства.
24. Технологии изготовления центробежных крыльчаток насосов и турбин ЖРД.
25. Технологии изготовления осевых крыльчаток, турбин.
26. Технологии изготовления шнеков.
27. Технологии изготовления прецизионных пар.
28. Технологии изготовления смесителей, форсунок головки КС.
29. Технологии изготовления оболочек камер сгорания.

30. Технология ротационной вытяжки оболочек КС.

31 Метод полной и неполной взаимозаменяемости при сборке ЖРД.

32 Методы обеспечения точности соединений сборочных единиц ЖРД

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов и 2 задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, решенная задача оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 7.

Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал 4 и более баллов.

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Последовательность и методика проектирования технологических процессов изготовления ДСЕ ЖРД. Оценка производственной технологичности	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
2	Методы получения заготовок и их контроль. Выбор заготовок по условиям эксплуатации	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
3	Формирование состава операций, определение и расчёт припусков.	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
4	Расчёт режимов и показателей качества обработки поверхностей.	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
5	Технологическая подготовка производства ЖРД.	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе

6	Сборка и испытание ДСЕ ЖРД и изделия в целом.	ПК-8, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПСК-3.7	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
---	---	------------------------------------	---

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.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Технология машиностроения. Проблемно ориентированное обеспечение производственной технологичности конструкций и изделий: учеб. пособие / Г.А. Сухочев, С.Н. Коденцев, Е.Г. Смольяникова. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2021. 138 с.

2. Технология производства жидкостных ракетных двигателей: учебник / В. А. Моисеев [и др.]. - М.: МГТУ им. Баумана, 2008. 381 с. (Технологии ракетно-космического машиностроения).

3. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий: учеб. пособие / Г.А. Сухочев, С.Н. Коденцев. Воронеж: ФГБОУ ВО ВГТУ, 2020.

4. Технология машиностроения. Техническая подготовка производства энергетических установок и двигателей: учеб. пособие / Г.А. Сухочев, С.Н. Коденцев. Воронеж: ФГБОУ ВО ВГТУ. Воронеж, 2017. 177 с

5. Технология машиностроения. Автоматизированное управление технологическими процессами и системами: Учеб. пособие. / Г.А. Сухочев,

Е.Г. Смольяникова. Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГТУ. Воронеж, 2015. 132 с

6. Методические указания по выполнению лабораторно-практических работ по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», дисциплине «Технология изготовления деталей и сборка ЖРД» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.А. Сухочев, А.М. Некрылов. Воронеж, 2019. 33 с.

7. Технология изготовления деталей и сборка жидкостных ракетных двигателей: методические указания к выполнению лабораторных работ 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. Г. А. Сухочев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 31 с. (892-2021)

8. Технология изготовления деталей и сборка ЖРД: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология изготовления деталей и сборка ЖРД» 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.: Г. А. Сухочев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 34 с. (440-2021)

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:

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте:

1. Microsoft Win Pro 10
2. Acrobat Pro 2017
3. 7 zip
4. Google Chrome
5. LibreOffice
6. Mozilla Firefox
7. Компас-3D
8. OpenOffice
9. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал
10. <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
11. elibrary.ru
12. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
13. 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 «Технология изготовления деталей и сборка жидкостных ракетных двигателей» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 параметров технологического процесса. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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: <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, экзаменом 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	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины; Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
4	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
5	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины; Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2022	
6	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2023	