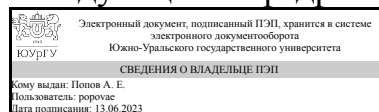


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой



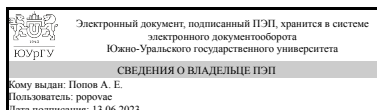
А. Е. Попов

## ПРОГРАММА государственной итоговой аттестации выпускников

для направления 13.03.03 Энергетическое машиностроение  
уровень высшее образование - бакалавриат  
профиль подготовки Инжиниринг двигателей внутреннего сгорания  
кафедра-разработчик Двигатели внутреннего сгорания

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 145

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



А. Е. Попов

# 1. Общие положения

## 1.1. Цель и структура ГИА

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и образовательной программы высшего образования (ОП ВО), разработанной в университете.

Государственная итоговая аттестация (ГИА) выпускников по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение включает:

-государственный экзамен;

-защиту выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 1.2. Перечень компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения ОП ВО

Планируемые результаты освоения ОП ВО – компетенции	Виды аттестации		
	«внутренняя» система оценки - промежуточная аттестация		«внешняя» система оценки - ГИА
	Дисциплина, завершающая формирование компетенции	Практика, завершающая формирование компетенции	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания;		ВКР, ГЭ
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Правоведение; Управление интеллектуальной собственностью; Экология;		ВКР
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Психология делового общения;		ВКР
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и	Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации; Психология делового общения;		ВКР

иностранном(ых) языке(ах)			
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Философия;		ВКР
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр); Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр);	ВКР
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Физическая культура;		ВКР
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Безопасность жизнедеятельности;		ГЭ
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Экономика предприятия;		ВКР
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	Правоведение; Экономика предприятия;		ВКР
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Информационные технологии;	Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр); Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр);	ВКР
ОПК-2 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Информационные технологии;		ВКР
ОПК-3 Способен применять	Гидравлика и		ВКР

соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	гидропневмопривод; Детали машин и основы конструирования;		
ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках		Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр); Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр);	ВКР
ОПК-5 Способен рассчитывать элементы энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов, динамических и тепловых нагрузок	Термодинамика;		ВКР
ОПК-6 Способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок	Электротехника и электроника;		ВКР
ПК-1 Способность к конструкторской деятельности	Автоматизированное проектирование двигателей; Аналитические и цифровые методы конструирования двигателей;		ВКР, ГЭ
ПК-2 Способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем	Автоматизированное проектирование двигателей; Аналитические и цифровые методы конструирования двигателей;	Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр); Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр);	ВКР, ГЭ
ПК-3 Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания; Агрегаты наддува двигателей; Аналитические и цифровые методы конструирования двигателей; Виртуальные и стендовые испытания двигателей; Модернизация и совершенствование конструкции поршневых двигателей;		ВКР, ГЭ

ПК-4 Способность представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации	Автоматизированное проектирование двигателей; Агрегаты наддува двигателей;	Производственная практика (преддипломная) (8 семестр);	ВКР, ГЭ
---	--	--	---------

Для "внутренней" системы оценки описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания; типовые контрольные задания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы приведены в рабочих программах дисциплин и практик, завершающих формирование соответствующих компетенций.

### 1.3. Трудоемкость ГИА

Общая трудоемкость ГИА составляет 9 з. е., 6 нед.

## 2. Программа государственного экзамена (ГЭ)

### 2.1. Процедура проведения ГЭ

Общие положения

Государственный экзамен является формой итоговой аттестации по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение».

Государственный экзамен по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» проводится в письменной форме.

Программа экзамена доводится до сведения студентов не менее чем за шесть месяцев до дня проведения государственного экзамена.

Для содействия студентам в подготовке к государственному экзамену по направлению проводятся консультации.

Государственный экзамен по направлению проводится по вариантам.

Государственный экзамен по направлению включает вопросы теоретического характера и задачи, решение которых предполагает развернутый и аргументированный ответ.

На проведение экзамена отводится 3 часа 30 минут.

Каждый вопрос задания оценивается по пятибалльной шкале.

В состав государственной экзаменационной комиссии входят председатель комиссии и не менее 4 членов комиссии. Членами государственной экзаменационной комиссии могут быть ведущие специалисты - представители работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности и (или) лица, которые относятся к профессорско-преподавательскому составу, и/или научным работникам Университета, других вузов и организаций, и имеющими ученое звание и (или) ученую степень. Доля лиц, являющихся ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности (включая председателя государственной экзаменационной комиссии), должна составлять не менее 50 процентов в общем числе лиц государственной экзаменационной комиссии.

Присутствие лиц на государственном экзамене, не входящих в состав государственной экзаменационной комиссии, допускается только с разрешения

ректора (проректора) Университета.

Процедура проведения государственного экзамена

Во время экзамена на столе, за которым сидит студент, могут находиться задания государственного экзамена, справочная литература, калькулятор, листы для предварительной работы (черновики), ручка, карандаш и иные канцелярские принадлежности.

Использование студентом на экзамене любых средств связи (компьютеров, ноутбуков, смартфонов, коммуникаторов, мобильных телефонов и др.) влечет за собой удаление с экзамена с последующим выставлением оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

Использование шпаргалок запрещается. Выявление факта использования студентом шпаргалки влечет за собой удаление с экзамена с последующим выставлением оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

Выход студента из аудитории во время проведения государственного экзамена возможен только с согласия преподавателя.

Результаты государственного экзамена, проводимого в устной форме, объявляются в день его проведения после оформления протокола заседания комиссии; в письменной форме - в день оформления в установленном порядке протокола заседания комиссии, но не позднее первого рабочего дня после завершения итогового испытания.

Обучающиеся, не прошедшие государственной итоговой аттестации в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязанностей, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов), погодные условия или в других случаях, признаваемых Университетом уважительными), вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации путем подачи заявления на перенос срока прохождения государственной итоговой аттестации, оформляемого приказом ректора Университета. В этом случае обучающийся должен представить документы, подтверждающие уважительность причины его отсутствия. Обучающийся, не прошедший одно государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к сдаче следующего государственного аттестационного испытания (при его наличии).

Обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по неуважительной причине или в связи с получением оценки «неудовлетворительно», отчисляются из Университета с выдачей справки об обучении установленного образца как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.

Лицо, не прошедшее государственную итоговую аттестацию, может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем через пять лет после срока проведения государственной итоговой аттестации, которая им не пройдена. Указанное лицо может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не более двух раз.

Повторное прохождение государственной итоговой аттестации осуществляется через процедуру восстановления в число студентов Университета на период времени, устанавливаемый Университетом, но не менее, чем предусмотрено календарным

учебным графиком для государственной итоговой аттестации по соответствующей образовательной программе.

При повторном прохождении государственной итоговой аттестации по желанию обучающегося ему может быть установлена иная тема выпускной квалификационной работы.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена. Порядок проведения процедуры апелляции определяется Положением о государственной итоговой аттестации обучающихся в Южно-Уральском государственном университете по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, утвержденном приказом ректора Южно-Уральского государственного университета от 16.08.2017 г. № 308.

## 2.2. Паспорт фонда оценочных средств ГЭ

Компетенции, освоение которых проверяется в ходе ГЭ	Дисциплины ОП ВО, выносимые для проверки на ГЭ (показатели)	Критерии оценивания (индикаторы достижения компетенций)
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания	Знает: Информационные источники в области рабочих процессов поршневых ДВС
		Умеет: Применять теоретические знания для решения практических задач
		Имеет практический опыт: Выполнения научно-исследовательских работ
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Безопасность жизнедеятельности	Знает: основные принципы оказания первой помощи пострадавшим на производстве, в быту и чрезвычайных ситуациях (ЧС)
		Умеет: использовать приемы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях на производстве, в быту и ЧС, а также использовать методы защиты персонала и населения в условиях чрезвычайных ситуаций
		Имеет практический опыт: основами оказания первой помощи пострадавшим и защиты при ЧС
ПК-1 Способность к конструкторской деятельности	Системы поршневых двигателей с элементами искусственного интеллекта	Знает: Устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания; достижения науки и техники при использовании методов автоматизированного проектирования двигателей
		Умеет: Использовать стандарты и другие нормативные документы при

		<p>оценке, контроле качества изделий; представлять графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов</p> <p>Имеет практический опыт: Выполнения чертежей различных деталей и узлов поршневых двигателей; навыками применения единой системы конструкторской документации</p>
	Динамика двигателей	<p>Знает: Устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания; достижения науки и техники при использовании методов автоматизированного проектирования двигателей</p> <p>Умеет: Использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества изделий; представлять графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов</p> <p>Имеет практический опыт: Выполнения чертежей различных деталей и узлов поршневых двигателей; навыками применения единой системы конструкторской документации</p>
		<p>Знает: Устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания; достижения науки и техники при использовании методов автоматизированного проектирования двигателей</p> <p>Умеет: Использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества изделий; представлять графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов</p> <p>Имеет практический опыт: Выполнения чертежей различных деталей и узлов поршневых двигателей; навыками применения единой системы конструкторской документации</p>
ПК-2 Способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем	Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей	<p>Знает: методы моделирования, расчета и оптимизации рабочих процессов</p> <p>Умеет:</p>



	внутреннего сгорания	Имеет практический опыт: приёмами и методами моделирования процессов, протекающих в поршневых энергетических установках, методами их графического интерпретирования и отображения в распространённых системах координат
	Аналитические и цифровые методы конструирования двигателей	<p>Знает: методы моделирования, расчета и оптимизации рабочих процессов</p> <p>Умеет: Имеет практический опыт: приёмами и методами моделирования процессов, протекающих в поршневых энергетических установках, методами их графического интерпретирования и отображения в распространённых системах координат</p>
ПК-3 Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	Агрегаты наддува двигателей	<p>Знает: законы термодинамики, основные закономерности термодинамических процессов в энергетических установках; законы и основные закономерности газодинамических процессов в агрегатах наддува двигателей; достижения науки и техники, передовой опыт в конструировании агрегатов наддува; основные характеристики компрессоров и турбин в агрегатах наддува; значение наддува в решении экологических проблем двигателей</p> <p>Умеет: формулировать цели проекта, выявлять приоритеты, определять эффективность, находить компромиссы при проектировании агрегатов наддува; находить технические решения в области агрегатов наддува и их регулирования, оценивать их преимущества и недостатки; выбирать режимы совместной работы двигателя и агрегата наддува</p> <p>Имеет практический опыт: навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы; оценкой технических решений и путей их достижения; методами газодинамического расчета компрессоров и турбин в агрегатах наддува; методами оптимизации рабочих процессов в агрегатах наддува</p> <p>Знает: законы термодинамики, основные</p>
	Аналитические и цифровые методы	Знает: законы термодинамики, основные

<p>конструирования двигателей</p>	<p>закономерности термодинамических процессов в энергетических установках; законы и основные закономерности газодинамических процессов в агрегатах наддува двигателей; достижения науки и техники, передовой опыт в конструировании агрегатов наддува; основные характеристики компрессоров и турбин в агрегатах наддува; значение наддува в решении экологических проблем двигателей</p> <p>Умеет: формулировать цели проекта, выявлять приоритеты, определять эффективность, находить компромиссы при проектировании агрегатов наддува; находить технические решения в области агрегатов наддува и их регулирования, оценивать их преимущества и недостатки; выбирать режимы совместной работы двигателя и агрегата наддува</p> <p>Имеет практический опыт: навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы; оценкой технических решений и путей их достижения; методами газодинамического расчета компрессоров и турбин в агрегатах наддува; методами оптимизации рабочих процессов в агрегатах наддува</p>
<p>Виртуальные и стендовые испытания двигателей</p>	<p>Знает: законы термодинамики, основные закономерности термодинамических процессов в энергетических установках; законы и основные закономерности газодинамических процессов в агрегатах наддува двигателей; достижения науки и техники, передовой опыт в конструировании агрегатов наддува; основные характеристики компрессоров и турбин в агрегатах наддува; значение наддува в решении экологических проблем двигателей</p> <p>Умеет: формулировать цели проекта, выявлять приоритеты, определять эффективность, находить компромиссы при проектировании агрегатов наддува; находить технические решения в области агрегатов наддува и их регулирования, оценивать их преимущества и недостатки; выбирать</p>

		<p>режимы совместной работы двигателя и агрегата наддува</p> <p>Имеет практический опыт: навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы; оценкой технических решений и путей их достижения; методами газодинамического расчета компрессоров и турбин в агрегатах наддува; методами оптимизации рабочих процессов в агрегатах наддува</p>
<p>ПК-4 Способность представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации</p>	<p>Агрегаты наддува двигателей</p>	<p>Знает:</p> <p>Умеет: использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, методы исследования, моделирования, анализа и управления процессами в агрегатах наддува</p> <p>Имеет практический опыт:</p>
	<p>Моделирование и расчет рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания</p>	<p>Знает: законы термодинамики, основные закономерности термодинамических процессов в энергетических установках; законы и основные закономерности газодинамических процессов в агрегатах наддува двигателей; достижения науки и техники, передовой опыт в конструировании агрегатов наддува; основные характеристики компрессоров и турбин в агрегатах наддува; значение наддува в решении экологических проблем двигателей</p> <p>Умеет: формулировать цели проекта, выявлять приоритеты, определять эффективность, находить компромиссы при проектировании агрегатов наддува; находить технические решения в области агрегатов наддува и их регулирования, оценивать их преимущества и недостатки; выбирать режимы совместной работы двигателя и агрегата наддува</p> <p>Имеет практический опыт: навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы; оценкой технических решений и путей их достижения; методами газодинамического расчета компрессоров и турбин в агрегатах наддува; методами оптимизации рабочих процессов в агрегатах наддува</p>

		способами профилирования элементов проточных частей компрессоров и турбин
	Динамика двигателей	Знает:
		Умеет: использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, методы исследования, моделирования, анализа и управления процессами в агрегатах наддува
		Имеет практический опыт: способами профилирования элементов проточных частей компрессоров и турбин

### 2.3. Структура контрольного задания

Контрольное задание на ГЭ состоит из вопросов по количеству дисциплин, выносимых на государственное итоговое испытание. При этом каждый вопрос соответствует строго определенной дисциплине. Пример экзаменационного билета государственного итогового испытания прилагается.

### 2.4. Вопросы, выносимые на ГЭ, и типовые контрольные задания

1. Проанализировать конструктивные способы снижения токсичности ОГ дизелей.
2. Чем отличаются предельно допустимые концентрации (ПДК) для нормируемых выбросов ОГ двигателей внутреннего сгорания от норм выброса?
3. Частота вращения коленчатого вала дизеля равна 1800 мин<sup>-1</sup>. Каково  $\eta_{\text{тах}}$ , если известно, что степень сжатия 14?
4. Какая из систем охлаждения тепловых двигателей обеспечивает лучшие шумовые характеристики двигателя и почему?
5. Как изменится перепад давления и проходное сечение между поплавком и стенкой корпуса ротаметра, если расход топлива увеличится вдвое? Попытайтесь аналитически связать расход топлива с положением поплавка по высоте.
6. Исходя из особенностей теплообмена при сжатии рабочего тела в цилиндре ДВС, выведите простейшую модель процесса сжатия.
7. Подобрать турбокомпрессор (из рекомендуемых ГОСТ) для дизеля с целью повышения его мощности на 50% с сохранением топливной экономичности. Показатели дизеля до форсирования ( $N_e = 76,5$  кВт,  $g_e = 210$  г/(кВт·ч),  $\alpha = 1,7$ ).
8. Системы наддува ДВС: назначение, требования, устройство, работа.
9. Определить минимальное и максимальное напряжения шатунного болта М8×0,75 по сечению внутреннего диаметра резьбовой части, при растягивающей силе инерции  $P_{\text{ip}} = 12$  кН, числе болтов  $i = 2$ , коэффициенте

силы предварительной затяжки болта 2 и коэффициенте основной нагрузки резьбового соединения 0,2.

10. Как производится замена действительной системы коленчатого вала эквивалентной ей в отношении крутильных колебаний упрощенной теоретической системой?

11. Определить перемещение  $s$ , скорость, ускорение поршня  $j$  при повороте коленчатого вала двигателя ЗИЛ-130 на угол 30 град ПКВ со следующими основными данными:  $D = 100$  мм,  $S = 95$  мм,  $l = 185$  мм,  $n = 3200$  мин<sup>-1</sup>.

12. Двигатель имеет коэффициент приспособляемости по моменту равный 1,08. Как изменится мощность двигателя на режиме максимального крутящего момента, если коэффициент приспособляемости по моменту повысить в 1,2 раза?

13. Дайте обоснование, целесообразно ли (если да, то для чего) применять весовое устройство для измерения момента и тормозную установку, если крутящий момент ДВС измеряется торсионным динамометром.

14. Определить размеры плунжерной пары (статический метод) дизеля мощностью 100 кВт.

15. Оценочные параметры турбокомпрессора. Типоразмерные ряды, маркировка.

16. Построить полярную диаграмму нагрузок на коренную шейку рядного двигателя.

17. Как можно оценить безотказность двигателя в стендовых испытаниях согласно соответствующих стандартов (по ГОСТ 18509-80).

18. Содержание каких компонентов выхлопных газов ДВС (дизелей) ограничивается? Назовите нормативные документы и укажите нормы на выброс этих компонентов.

19. Как отразится на тепловом состоянии двигателя перевод системы охлаждения на тосол и определить конструктивные мероприятия по устранению последствий перевода.

20. Определить запас прочности шатунной шейки стального коленчатого вала двигателя 1Ч 8,5/11,5, если известно  $p_{\max} = 5$  МПа,  $d_{\min} = 50$  мм, длина шатунной шейки 60 мм.

21. Основные оценочные параметры воздухоочистителей и методы очистки воздуха.

## 2.5. Процедура оценивания и критерии оценки ответа студента на ГЭ

*Процедура и критерии выставления оценки по вопросам задания.*

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Кроме того, результаты экзамена фиксируются в протоколе заседания ГЭК. В случае разногласия членов ГЭК в определении оценки решающий голос имеет председатель ГЭК.

Оценка, выставленная ГЭК, окончательная. Передача ГЭ с целью повышения оценки не допускается.

Студенты, получившие на государственном экзамене оценку «неудовлетворительно» или не явившиеся на экзамен без уважительной причины, к защите выпускной квалификационной работы не допускаются и отчисляются из

университета, как окончившие теоретический курс обучения.

Оценка «отлично» выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами решения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающего его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми приемами их решения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большим затруднением решает практические задачи.

Итоговая оценка экзамена, в общем случае, определяется как среднее арифметическое оценок по всем вопросам задания.

Неудовлетворительные оценки по двум и более вопросам из семи влекут за собой выставление оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

*Процедура выставления итоговой оценки.*

*Оценка «отлично» выставляется*

средний балл 4,5 и выше

*Оценка «хорошо» выставляется*

средний балл от 3,9 до 4,49

*Оценка «удовлетворительно» выставляется*

средний балл от 3,00 до 3,89

*Оценка «неудовлетворительно» выставляется*

средний балл менее 3,0

## **2.6. Учебно-методическое и информационное обеспечение ГЭ**

### **Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

1. Шароглазов, Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов Текст учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. ил. 1 электрон. опт. диск
2. Двигатели внутреннего сгорания Текст Кн. 2 Динамика и конструирование учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомобил. хоз-во" направления "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования": в 3 кн. В. Н. Луканин и др.; под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. - Изд. 4-е, испр. - М.: Высшая школа, 2009. - 396, [1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении Текст учебник для вузов В. Г. Еремин и др. - М.: Академия, 2008. - 381, [1] с. ил.
2. Бунов, В. М. Конструирование и расчет ДВС Метод. указания по курсовому проекту ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Двигатели внутреннего сгорания; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1989. - 34 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания [Текст] Кн. 1 Теория рабочих процессов учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомобил. хоз-во" направления подгот. дипломир. специалистов "Эксплуатация наземного транспорта и транспорт. оборудования": в 3 кн. В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.; под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. - 3-е изд., перераб. и испр. - М.: Высшая школа, 2007. - 479 с. ил.
4. Двигатели внутреннего сгорания [Текст] Кн. 2 Динамика и конструирование учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомобил. хоз-во" направления "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования": в 3 кн. В. Н. Луканин и др.; под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. - Изд. 4-е, испр. - М.: Высшая школа, 2009. - 396, [1] с. ил.

*в) методические материалы для подготовки к государственному экзамену:*

1. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 70 с.
2. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. – 53 с.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------	----------------------------

		электронной форме	
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Шишков В.В. Итоговая государственная аттестация по направлению 141100.62 «Энергетическое машиностроение». Описательная часть
2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Лазарев, Е. А. Агрегаты наддува двигателей Текст конспект лекций Е. А. Лазарев, В. Е. Лазарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели внутреннего сгорания ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 187, [1] с. ил. электрон. версия
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Камалтдинов В.Г. ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ. Конспект лекций

### 3. Выпускная квалификационная работа (ВКР)

#### 3.1. Вид ВКР

выпускная квалификационная работа бакалавра

#### 3.2. Требования к содержанию, объему и структуре ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) включает пояснительную записку и графическую часть. В каждой работе различается общая часть и специальное задание. Общая часть ВКР прорабатывается всеми студентами в одинаковой мере и включает вопросы, которые являются характерными при проектировании двигателя. Специальное задание предусматривает более глубокую проработку какого-либо вопроса.

В графической части ВКР должны быть отражены самостоятельные разработки выпускника.

Примерное содержание и объем графической части ВКР:

- 1) графики к тепловому, кинематическому и динамическому расчетам двигателя, (по согласованию с руководителем, 2...3 листа формата А1);
- 2) поперечный разрез двигателя, (по согласованию с руководителем, 1...2 листа формата А1);
- 3) продольный разрез двигателя (по согласованию с руководителем, 1...2 листа формата А1);
- 4) чертежи 1-2 узлов двигателя (1...2 листа формата А1);
- 5) рабочие чертежи деталей двигателя (1...2 листа формата А1);
- 6) схемы систем двигателя (по согласованию с руководителем, 1...2 листа формата А1);
- 7) другие графические материалы по специальному заданию (по согласованию с руководителем, 2...3 листа формата А1).

Общий объем графической части может составлять от 6 до 8 листов формата А1.

В графической части должны представляться листы с элементами собственной разработки с обязательной привязкой к неизменяемой части конструкции. В числе обязательных чертежей не допускается представление таких, которые не содержат результатов работы самого студента.



Примерное содержание и объем (в машинописных страницах формата А4, интервал 1,5, шрифт Times New Roman, 60 знаков без пробелов в строке) пояснительной записки:

1. задание на бакалаврскую работу (2...3 страницы);
  2. аннотация (1 страница);
  3. содержание (1...2 страницы);
  4. введение (1...2 страница);
  5. тепловой расчет двигателя при максимальной мощности и максимальном крутящем моменте (10...12 страниц);
  6. тепловой баланс двигателя (2...3 страницы);
  7. кинематический и динамический расчет кривошипно-шатунного механизма (10...15 страниц);
  8. расчет уравнивания двигателя (1...2 страницы);
  9. расчет маховика (1...2 страницы);
  10. расчет на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма (15...20 страниц);
  11. расчет на прочность деталей механизма газораспределения (5...10 страниц);
  12. выбор, обоснование и расчет системы подачи топлива и воздуха со схемами (3...4 страницы);
  13. выбор, обоснование и расчет систем охлаждения и смазки со схемами (2...3 страницы);
  14. выбор, обоснование и расчет пускового устройства (1...2 страницы);
  15. заключение (1 страница);
  16. список используемой литературы (1...2 страницы);
- Вопросы, разрабатываемые по специальному заданию, включаются в соответствующие разделы приведенного перечня (10...15 страниц).  
Общий объем пояснительной записки 70...90 страниц (без учета приложений).

Основные разделы (структура) выпускной квалификационной работы:

### 1. Аннотация

В аннотации должно быть дано краткое изложение сущности ВКР, основные принципы решения поставленных задач и полученные результаты (объем аннотации не более одной страницы).

### 2. Введение

Во введение должны быть отражены основные задачи и направления развития двигателестроения, вытекающие из общих народнохозяйственных задач нашей страны. Должно быть дано техническое обоснование, показана актуальность задач, разрешаемых в работе. При разработке технических требований к проектируемому двигателю должны быть учтены:

- эксплуатационные требования в связи с установкой его на определенный вид потребителя (автомобиль, трактор и др.);
- производственные требования, связанные с массовым или серийным изготовлением двигателя;
- экономические требования, предъявляемые к конструкции двигателя с точки зрения его производства, эксплуатации и ремонта.

В конце введения формулируется цель бакалаврской работы.

### 3. Тепловой расчет двигателя

Студент производит тепловой расчет двигателя при максимальной мощности и максимальном крутящем моменте. При выборе исходных данных для теплового расчета студент должен дать подробное обоснование каждому параметру с учетом назначения, типа двигателя и способа смесеобразования. Во избежание ошибок следует пользоваться экспериментальными материалами заводов, научно-исследовательских учреждений по конкретным двигателям, а также рекомендациями кафедры. Расчеты процесса сгорания рекомендуется выполнять уточненным методом.

В результате выполнения теплового расчета должны быть определены индикаторные показатели рабочего цикла, диаметр цилиндра и ход поршня двигателя, эффективная мощность, удельный эффективный расход топлива и другие показатели двигателя.

### 4. Компоновка двигателя

После определения основных размеров следует приступить к компоновке двигателя, т.е. вычертить узлы и детали в определенной последовательности.

Узловыми вопросами компоновки являются:

- выбор числа цилиндров и их расположение;
- выбор кривошипно-шатунного механизма;
- оценка конструкции газового стыка и общая компоновка головки цилиндров;
- для V-образных – оценка конструкции шатунов;
- оценка силовой схемы блок-картера;
- оценка агрегатов наддува;
- выбор принципиальных схем систем воздухообеспечения, охлаждения, смазки.

После разметки кривошипно-шатунного механизма переходят к определению размеров и формы основных деталей. Размеры деталей определяют по прототипу или по данным, приводимым в литературе.

Для компоновки механизма газораспределения необходимо расчетом определить его основные параметры. Конструктивные элементы систем смазки и охлаждения прорабатываются одновременно с компоновкой КШМ и МГР.

Полученная компоновка двигателя является предварительной. Для окончательного установления размеров и формы основных деталей необходимо произвести проверочные расчеты на прочность.

Поперечный разрез выполняется по оси цилиндра с разрезом поршня. На этом же разрезе проверяется при выбранных размерах диаметра цилиндра, хода поршня и длины шатуна наличие зазора между нижним торцом поршня и наиболее выступающей части щеки коленчатого вала (противовесом), а также опасность непроворачивания кривошипно-шатунного механизма. Продольный разрез двигателя выполняется в плоскости оси цилиндров и оси коленчатого вала. Для многоцилиндровых двигателей поперечный разрез выполняется для крайних цилиндров. На продольном разрезе подробно разрабатывается передний и задний концы коленчатого вала, их уплотнения, упорный подшипник, крепление маховика и привод к вспомогательным механизмам. Компоновка ведется, как правило, в масштабе 1:1. Вспомогательные разрезы (по осям клапанов, толкателю, форсунке, масляному и водяному насосам и приводу к ним), а также исключение из разработки некоторых деталей и навесных агрегатов согласовывается с руководителем.

## 5. Расчет кинематики КШМ

При расчете кинематики кривошипно-шатунного механизма определяются величина перемещений, скорости и ускорений поршня при его движении за время одного оборота кривошипа. Расчет проводится для различных положений кривошипно-шатунного механизма через 10 град поворота кривошипа.

При расчете кинематики кривошипно-шатунного механизма можно использовать методические указания кафедры, позволяющие вести расчет на ЭВМ. По результатам расчета необходимо построить графики изменения перемещения, скорости и ускорения поршня по углу поворота коленчатого вала. Полученные значения ускорений являются исходными данными для определения сил инерции, действующих в кривошипно-шатунном механизме двигателя.

## 6. Расчет сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме

Рассчитываются следующие силы: сила давления газов на поршень; сила инерции поступательно движущихся масс; суммарная сила, действующая на шатун по оси цилиндра; сила, действующая на стенку цилиндра; сила, действующая по оси шатуна; сила, действующая на шатунную шейку в плоскости кривошипа; сила, действующая на шатунную шейку перпендикулярную плоскости кривошипа. Все силы должны быть подсчитаны для различных положений кривошипно-шатунного механизма через 10 градусов угла поворота кривошипа. Результаты расчетов сводятся в таблицу и изображаются в виде графиков.

При определении сил давления газов используются данные теплового расчета двигателя. Не следует забывать, что сила давления газов на поршень определяется по разности сил давления газов на поршень со стороны камеры сгорания и со стороны картера.

При определении сил инерции возникают затруднения с оценкой масс деталей кривошипно-шатунного механизма. Если принятый в работе диаметр цилиндра соответствует диаметру цилиндра прототипа, то массу поршневого комплекта можно принять по заводским данным. При небольшом отклонении принятого диаметра цилиндра от исходного можно принять массу поршневого комплекта пропорциональной квадрату изменений диаметра цилиндра.

Массу деталей группы шатуна можно оценить приблизительно по массе прототипа и разности длин шатунов.

Для последующего расчета коленчатого вала на прочность необходимо составить таблицу сил и моментов, действующих на отдельные кривошипы многоцилиндрового двигателя. Сила  $Z$ , действующая по оси кривошипа, и перпендикулярная к ней тангенциальная сила  $T$  на различных кривошипах изменяются по одному закону, только сдвинуты по фазе с учетом порядком работы цилиндров. При заполнении таблицы следует обращать внимание на величину сдвига сил  $T$  в каждом столбце, чтобы не получить опережение процесса в данном цилиндре вместо его запаздывания. При равномерном чередовании вспышек и правильном заполнении таблицы в графе, соответствующий изменению суммарной силы по плоскости последней коренной шейки, должно быть чередование величин с периодом, равным углу поворота кривошипа между двумя последовательными вспышками.

## 7. Построение графиков к тепловому и динамическому расчетам кривошипно-шатунного механизма

В графической части бакалаврской работы должны быть построены следующие графики к тепловому и динамическому расчетам кривошипно-шатунного механизма:

- индикаторная диаграмма в координатах  $p-v$ ;
- графики перемещения, скорости и ускорения поршня по углу поворота коленчатого вала от 0 до 360 град ПКВ;
- графики изменения силы давления газов  $P_g$ , сил инерции поступательно движущихся масс  $P_j$  и суммарной силы  $P = P_g + P_j$  по углу поворота коленчатого вала. Для четырехтактных двигателей графики строятся в интервале от 0 до 720 градусов поворота коленчатого вала (град ПКВ), а для двухтактных – от 0 до 360 град ПКВ.
- графики изменения силы  $N$ , действующей на стенку цилиндра, силы  $P_{ш}$ , действующей по оси шатуна на шатунную шейку в плоскости кривошипа, по углу поворота коленчатого вала.
- графики изменения силы  $T$ , действующей на шатунную шейку перпендикулярно плоскости кривошипов, и суммарной силы  $T$  или суммарного крутящего момента  $M_{\Sigma}$  многоцилиндрового двигателя по углу поворота коленчатого вала. Сила  $T$ , действующая на первом кривошипе, изображается по углу поворота кривошипа в интервале его изменения за рабочий цикл. Суммарная сила или суммарный крутящий момент изображается только на периоде их изменения.
- векторные диаграммы сил, действующих на шейку и шатунный подшипник, на коренной подшипник и коренную шейку.

На каждом графике должна быть нанесена размерность по оси абсцисс и ординат. Если в одной системе координат нанесено несколько графиков, то каждая кривая должна быть пояснена соответствующими обозначениями. На листе графиков необходимо изобразить схему кривошипно-шатунного механизма и нанести силу, действующую на отдельные его звенья. Обозначение сил на графиках должно соответствовать обозначению сил на схеме.

Теоретическая индикаторная диаграмма в координатах  $p-V$  строится по данным теплового расчета и расчета давления в процессе сжатия и расширения. На диаграмму должны быть нанесены характерные точки, указанные объемы  $V_c$  и  $V_h$ . По площади индикаторной диаграммы необходимо определить среднее индикаторное давление  $p_i$  и сравнить его величину с полученной ранее по тепловому расчету.

Графики силы давления газов, силы инерции поступательно движущихся масс и суммарной силы строятся в одном масштабе.

Графики сил  $P_{ш}$ ,  $N$ ,  $Z$ ,  $T$  строятся в одной системе координат и в одном масштабе. На графике сил  $T_{\Sigma}$  необходимо нанести её среднее значение. В пояснительной записке по среднему значению подсчитывается индикаторная мощность и сравнивается с индикаторной мощностью по тепловому расчету (разница должна быть 3 % max). Этим сравнением осуществляется проверка правильности динамического расчета.

Векторная диаграмма сил, действующих на шатунную шейку, строится либо по силе  $P_{ш}$ , либо по силам  $Z$  и  $T$ . На диаграмму наносятся полюс с учетом сил инерции вращающейся массы шатуна, наносятся точки угла поворота кривошипа и для одной произвольной точки строится треугольник сил, поясняющий построение диаграммы. По данной векторной диаграмме строится векторная диаграмма сил, действующих на шатунный подшипник. Построение облегчается, если на диаграмму нагрузок шатунной шейки нанесены промежуточные положения шатунов. В этом

случае одна из осей координат подшипника, нанесенных на параллельную плоскость (кальку), совмещается с осью шатуна и затем переносится с противоположным знаком силы, действующей на шатунную шейку.

Векторная диаграмма сил, действующих на коренной подшипник, строится для наиболее нагруженного кривошипа, подлежащего расчету на прочность. Если в качестве коренных опор применяются подшипники качения, построение векторных диаграмм для коренной шейки и коренного подшипника не обязательно.

На всех векторных диаграммах должно быть обозначение угла поворота кривошипа и вектора, показывающие, как пользоваться диаграммами. Векторные диаграммы сил дают наглядную картинку нагруженности шейки, позволяют найти её наименее нагруженную часть и выбрать место сверления отверстия для подвода масла к подшипнику. Диаграммы сил также используются при обосновании выбора антифрикционного сплава подшипников и их расчета.

Если при разработке двигателя с коренными опорами в виде подшипников качения не строятся векторные диаграммы нагрузки коренного подшипника, то необходимо построить дополнительно: а) диаграмму износа шатунной шейки; б) график изменения силы, действующий на шатунную шейку, по углу поворота кривошипа и по этому графику определить среднее значение силы.

При наличии вильчатого сочленения шатунов рекомендуется построение векторной диаграммы нагрузки подшипника центрального шатуна.

## 8. Расчет уравнивания двигателя

В расчет уравнивания входят:

анализ уравновешенности сил инерции и момента сил инерции поступательно движущихся и вращающихся масс кривошипно-шатунного механизма в проектируемом двигателе;

определение величины неуравновешенных сил инерции и их моментов;

расчет масс противовесов и места их установки;

расчет специальных механизмов уравнивания (в случае их принципиальной необходимости).

## 9. Расчет на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма

Расчет на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма и разработка поперечного и продольного разрезов двигателя производиться параллельно.

Прочерчивание деталей кривошипно-шатунного механизма дает размеры деталей, необходимые для определения напряжений, а полученные значения напряжений позволяют уточнить размеры деталей.

Расчет деталей двигателя на прочность начинают с определения (оценки) условий её работы, величины характера и места положений нагрузок. Затем должны быть выбраны материал и термообработка детали. Расчет сопровождается простейшими эскизами деталей с подробным указанием опасных сечений, размеров, сил, моментов и реакций опор, необходимых для расчета. Полученные численные значения напряжений, давлений, коэффициентов устойчивости, запасов прочности необходимо сопоставить с аналогичными показателями для выполненных конструкций двигателя и сделать соответствующие выводы о прочности и долговечности деталей.

Должны быть выполнены следующие расчеты:

1. Поршень:

- а) расчет на изгиб днища поршня;
- б) расчет на изгиб первой поршневой перемычки;
- в) расчет на сжатие минимального сечения уплотняющей части поршня;
- г) расчет удельного давления на направляющей части поршня;
- д) расчет удельного давления в бобышках поршня;
- е) расчет тепловых напряжений в днище поршня.

#### 2. Поршневой палец:

- а) расчет удельного давления пальца на втулку шатуна;
- б) расчет поршневого пальца на изгиб, срез и овализацию.

#### 3. Поршневое кольцо:

- а) расчет максимального напряжения в рабочем состоянии и при одевании кольца;
- б) расчет среднего радиального удельного давления на поверхности кольца и построение эпюры давления.

#### 4. Шатун:

- а) расчет верхней головки шатуна на разрыв и на жесткость;
- б) определение напряжений в шатуне от сжатия и продольного изгиба;
- в) расчет стержня шатуна на усталость;
- г) расчет на изгиб крышки нижней головки шатуна;
- д) расчет шатунных болтов на усталость.

#### 5. Коленчатый вал:

- а) расчет коренной шейки на усталость;
- б) расчет шатунной шейки на усталость;
- в) расчет щеки на усталость.

#### 6. Блок:

- а) расчет стенки цилиндров на прочность;
- б) расчет анкерных связей;
- в) расчет крепления цилиндров.

### 10. Расчет клапанного механизма газораспределения

В этом разделе должны быть решены следующие вопросы и проведены следующие расчеты:

- выбор фаз газораспределения;
- выбор профиля кулачков;
- расчет перемещения, скорости и ускорения толкателя или клапана;
- расчет сил, действующих в механизме газораспределения;
- расчет пружины клапана;
- расчет штанги;
- оценка скорости газа в проходных сечениях горловины.

Фазы газораспределения выбираются по заводским материалам с учетом скоростного режима проектируемого двигателя. Выбор профиля кулачков и механизма газораспределения производится с учетом заводских рекомендаций по доводке прототипа при изменении скоростного режима или при применении наддува. В профиле кулачка должны быть указаны радиусы всех дуг. Перемещение, скорость и ускорение определяются по соответствующим формулам и заносятся в расчетные таблицы; по результатам расчетов строятся графики.

При определении сил инерции, действующих в механизме газораспределения необходимо обратить внимание на приведение масс деталей механизма.

При расчете пружины необходимо построить совместный график изменения силы

пружины и приведенной силы инерции движущихся масс в зависимости от деформации пружины и определить минимальный коэффициент запаса. Необходимо также проверить пружину на резонанс.

Штанга рассчитывается на устойчивость при продольном изгибе и удельные давления на поверхности наконечников.

Проводятся материалы основных деталей и режимы термообработки.

#### 11. Система питания топливом

В пояснительно записке необходимо принести краткое описание агрегатов системы питания топливом, уделив особое внимание новым решениям конструкции.

В двигателях с воспламенением от сжатия рассчитываются основные размеры топливного насоса высокого давления (диаметр и ход плунжера) и форсунки (количество и диаметр сопловых отверстий). Необходимо привести марки сталей, из которых изготовлены основные детали топливного насоса и форсунки.

В двигателях с искровым зажиганием рассчитываются размеры диффузора и топливных жиклеров или диаметры сопловых отверстий.

#### 12. Система смазки

В пояснительной записке дать краткое описание агрегатов системы смазки и привести марки масел. Обратить особое внимание на мероприятия, повышающие срок службы двигателя (присадки к маслам, центрифуги, масляные холодильники и др.). Привести расчет элементов системы смазки:

выбор емкости системы смазки;

определение производительности масляного насоса;

кратность циркуляции масла.

Вычертить схему системы смазки двигателя.

#### 13. Система охлаждения

В пояснительной записке привести краткое описание агрегатов системы охлаждения и дать критическую оценку выбранной системы охлаждения применительно к условиям эксплуатации проектируемого двигателя.

Провести расчет элементов охлаждения:

количество тепла, отводимого при работе двигателя;

величины охлаждающей поверхности радиатора;

производительности водяного насоса;

емкости системы охлаждения и кратности циркуляции жидкости.

Вычертить схему системы охлаждения.

#### 14. Расчет пускового устройства

В пояснительной записке дать обоснование принятого пускового устройства и краткое его описание. Определить мощность пускового устройства.

#### 15. Заключение

В заключении дается оценка технико-экономических показателей разработанного двигателя в сравнении с существующими аналогами, а также предложения по реализации технических решений.

#### 16. Литература

Список литературы должен содержать все используемые опубликованные источники информации (учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, нормативные и справочные издания и др.), располагаемые в алфавитном порядке (сначала опубликованные в нашей стране, а затем зарубежные публикации, в конце – отчетные материалы). Источники описываются следующим образом: фамилия и инициалы авторов; название; место издания; издательство и год издания; количество страниц в книге или страницы журнала, на которых приведена статья.

### **3.3. Порядок выполнения ВКР**

Перечень тем выпускных квалификационных работ разрабатывается выпускающей кафедрой и утверждается деканом/директором факультета/института/школы/филиала.

Выпускающая кафедра доводит до сведения обучающихся перечень утвержденных тем не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации путем размещения их в соответствующих разделах на сайте Университета и информационных стендах структурных подразделений.

Обучающемуся предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы из числа тем, предложенных выпускающей кафедрой, либо по письменному заявлению обучающийся может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности. При положительном решении вопроса о согласовании темы с предполагаемым руководителем работы, по представлению заведующего выпускающей кафедрой приказом по университету производится закрепление за студентом выбранной темы ВКР и ее руководителя.

Выпускающая кафедра в 10-дневный срок рассматривает заявление обучающегося и выносит решение о принятии или отклонении предложенной темы.

Допускается выдача комплексного задания на выполнение выпускной квалификационной работы на группу из нескольких обучающихся с конкретизацией задания и объема работы каждого и его вклада в оформление выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика ВКР, разрабатываемая выпускающей кафедрой, ежегодно пересматривается.

До начала производственной практики (шестой семестр подготовки) с учетом пожеланий студентов, а так же с учетом мест предстоящей практики руководитель ВКР предварительно закрепляет темы работ за студентами и выдает индивидуальные задания по сбору материалов по закрепленной теме.

В период обучения в седьмом и восьмом семестрах, при формировании индивидуальных заданий студентов на курсовое проектирование и при выполнении курсовых работ и курсовых проектов по дисциплинам: «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания», «Динамика двигателей» и «Конструирование двигателей» учитывается тематика предстоящей ВКР.

В соответствии с учебным графиком на защиту ВКР отводится четыре недели. До начала этого периода руководитель ВКР составляет задание на ВКР, которое утверждается заведующим кафедрой. В задании указывается тема ВКР, характеризующаяся полной определенностью, исходные данные для разработки, содержание и объем разработки, консультанты по отдельным разделам, сроки



готовности ВКР. Утвержденное задание является для студента основным исходным документом для выполнения ВКР.

Тематика ВКР определяется кафедрой с учетом своего научного направления, настоящих и будущих потребностей предприятий отрасли.

Примерная тематика ВКР:

- Разработка дизель-генераторной установки мощностью 100 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1500 мин<sup>-1</sup> для совместной работы с малогабаритной нефтеперерабатывающей установкой.
- Двигатель для легкового автомобиля мощностью 52 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4800 мин<sup>-1</sup> с пониженной чувствительностью к детонационной стойкости топлива.
- Тракторный дизель мощностью 154 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1900 мин<sup>-1</sup> с модернизированной конструкцией кривошипно-шатунного механизма.
- Дизельный двигатель для минитрактора мощностью 8,8 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3000 мин<sup>-1</sup> с улучшенной системой пуска.
- Дизель 6Т370 мощностью 154 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1900 мин<sup>-1</sup> с турбокомпрессором малой размерности и центростремительной турбиной повышенной эффективности.
- Совершенствование агрегатов системы смазки дизеля Д-180, мощностью 157 кВт при частоте вращения 1250 мин<sup>-1</sup>.
- Разработка аккумуляторной системы предпусковой подачи масла двигателя ВАЗ-2112 мощностью 70 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5800 мин<sup>-1</sup>
- Тракторный дизель мощностью 135 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин<sup>-1</sup> с улучшенной топливоподающей форсункой.
- Дизель универсального назначения мощностью 190 кВт с охладителем наддувочного воздуха.
- Улучшение экологических показателей дизеля Д-180 путем установки нейтрализатора и пневмокоректора.
- Разработка системы рециркуляции отработавших газов дизеля Д-180 мощностью 135 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин<sup>-1</sup>.
- Модернизация механизма газораспределения двигателя легкового автомобиля мощностью 63 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5800 мин<sup>-1</sup>.
- Дизель промышленного трактора мощностью 137 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин<sup>-1</sup> для работы в условиях низких температур.
- Усовершенствование охладителя наддувочного воздуха дизеля Д-180.
- Разработка дизеля ЯМЗ-236 мощностью 135 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин<sup>-1</sup> с улучшенным рельефом рабочей поверхности гильзы цилиндра.
- Разработка стационарного двигателя с НССИ-процессом мощностью 110 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1500 мин<sup>-1</sup>.
- Двигатель для легкового автомобиля мощностью 67 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4800 мин<sup>-1</sup> с комбинированной системой охлаждения.
- Усовершенствование механизма газораспределения тракторного дизеля мощностью 132 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1320 мин<sup>-1</sup>.
- Усовершенствование муфты опережения впрыска топлива дизеля 6ЧН15/16 мощностью 330 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин<sup>-1</sup>.
- Модернизация секций ТНВД с увеличенным давлением впрыска топлива двигателя Д-180 мощностью 138 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин<sup>-1</sup>.

- Аккумуляторная топливная система с электронным управлением транспортного дизеля мощностью 600 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2000 мин-1.
- Проектирование стального поршня для дизеля 6Т370 мощностью 662 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3000 мин-1.
- Насос-форсунка для экспериментальной установки 1ЧН15/18.
- Проектирование шарнирно-сочлененного поршня для дизеля 6Т370 мощностью 662 кВт при частоте коленчатого вала 3000 мин-1.
- Обеспечение надежности шатунной группы тракторных дизелей семейства ЧТЗ.
- Моделирование камеры сгорания дизеля 6Т370 мощностью 265 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин-1.
- Модернизация проточной части впускных и выпускных коллекторов системы газообмена в тракторном дизеле мощностью 132 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1.
- Регулирование теплового режима отключаемых цилиндров дизеля 8ЧН 13/14 на холостом ходу и частичных нагрузках.
- Электронная система управления топливоподачей дизеля 4Т371 мощностью 125 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин-1.
- Тракторный дизель мощностью 139 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1300 мин-1 с усовершенствованной системой охлаждения.
- Дизель мощностью 130 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1 с усовершенствованной системой смазки.
- Тракторный дизель мощностью 132 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1 с усовершенствованным механизмом газораспределения.
- Проектирование турбокомпрессора для дизеля Д-180.
- Усовершенствование механизма газораспределения тракторного дизеля мощностью 137 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1.
- Модернизация системы смазки тракторного дизеля мощностью 135 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1.
- Тракторный дизель мощностью 125 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин-1 с системой предпускового подогрева.
- Разработка промежуточного охладителя наддувочного воздуха для двигателя Д-180.
- Усовершенствование системы смазки тракторного дизеля мощностью 147 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1280 мин-1.

Специальная часть ВКР, как правило, вносится в общее название темы. Например, «Разработка малотоксичного двигателя мощностью  $N_e$  при частоте вращения  $n$  для самосвалов, работающих в карьерах». Специальная часть в этой ВКР посвящена вопросам токсичности отработавших газов (какие токсичные компоненты, источники их образования, методы их замера и разработка конструктивных мероприятий по снижению токсичности отработавших газов).

Рекомендуется в качестве специальной части ВКР ставить задачу решения вопросов исследовательского, экспериментального характера, являющихся продолжением работы студентов в научных коллективах кафедры или предприятий отрасли. Эта часть должна быть связана с темой работы и вытекать из неё. В этой части должны быть определены цели и задачи исследовательских и экспериментальных работ, освещена методика их проведения, а также даны результаты и выводы.

После выбора обучающимся темы ВКР издается приказ ректора университета, в котором по представлению выпускающей кафедры за каждым обучающимся

закрепляется руководитель выпускной квалификационной работы и, при необходимости, консультант (консультанты) из числа преподавателей, научных и инженерно-технических работников Университета или ведущих специалистов профильных сторонних организаций. Работа консультантов осуществляется за счет лимита времени, отведенного на руководство выпускной квалификационной работой.

### **3.4. Методические рекомендации по выполнению ВКР**

Приступая к выполнению ВКР, студент должен изучить конструкцию, знать недостатки и параметры двигателя, заданного в качестве прототипа. Желательно, чтобы студент изучил и другие конструкции, близкие к прототипу.

Законченная ВКР представляется обучающимся на выпускающую кафедру не позднее чем за 10 календарных дней до дня защиты.

Руководитель ВКР представляет на кафедру письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР, в котором содержится краткая характеристика ВКР:

- степень самостоятельности, проявленная обучающимся при выполнении ВКР;
- умение обучающегося организовывать свой труд;
- наличие публикаций и выступлений на конференциях и т.д.

В случае выполнения ВКР несколькими обучающимися руководитель ВКР представляет на выпускающую кафедру отзыв об их совместной работе в период подготовки ВКР.

При необходимости выпускающая кафедра организует и проводит предварительную защиту ВКР по графику, утвержденному распоряжением заведующего выпускающей кафедрой.

Выпускная квалификационная работа по программе бакалавриата может быть направлена на рецензирование (по согласованному решению руководителя ВКР, обучающегося и заведующего выпускающей кафедрой).

Направление на рецензию выдается заведующим выпускающей кафедрой. В случае выполнения ВКР несколькими обучающимися, пишется общая рецензия на всю ВКР. Рецензенты назначаются выпускающей кафедрой из числа специалистов и научно-педагогических работников Университета, не работающих на выпускающей кафедре, а также из числа специалистов предприятий, организаций и учреждений - заказчиков кадров соответствующего профиля. Сфера профессиональной деятельности рецензентов должна соответствовать направлению (специальности) подготовки обучающихся. Рецензент проводит анализ ВКР и представляет на выпускающую кафедру письменную рецензию на указанную работу.

Если ВКР имеет междисциплинарный характер, она направляется нескольким рецензентам.

Выпускающая кафедра обеспечивает ознакомление обучающегося с рецензией (рецензиями) и отзывом не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты им ВКР посредством фиксации его подписи на рецензии и отзыве.

### **3.5. Порядок подготовки к процедуре защиты ВКР**

Законченные ВКР сдаются студентами на проверку руководителю. Студент обязан до сдачи ВКР руководителю поставить на титульном листе свою подпись и получить подпись консультанта (если он назначен). После проверки ВКР руководитель

подписывает титульный лист ВКР и представляет работу студента на нормоконтроль.

Нормоконтролю подлежат все материалы, включенные в ВКР согласно заданию, и осуществляет его руководитель и ответственный за нормоконтроль.

При проверке чертежной документации (чертежи, схемы, графики, таблицы) нормоконтроль охватывает следующие вопросы:

1. Комплектность документации, т.е. соответствие техническому заданию на проектирование.

2. Соответствие обозначений и надписей на листах ВКР.

3. Применение международной системы единиц (СИ).

4. Выполнение чертежей в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД:

соблюдение форматов, правильность их оформления;

правильность начертания линий;

соблюдение форматов, правильность их обозначения;

расположение и использование условностей и упрощений при изображении конструкторских элементов (резьба, зубчатые колеса, шпонки и т.п.);

нанесение размеров;

правильность выполнения надписей в штампах.

При проверке текстовых документов (пояснительная записка, технические описания, программы расчетов на ЭВМ), нормоконтроль предусматривает:

соблюдение требований стандартов на текстовые документы;

соответствие обозначений показателей и расчетных величин нормативным данным, установленным в стандартах и других нормативно-технических документах;

применение международной системы единиц (СИ);

наличие и правильность ссылок на стандарты и другие нормативно-технические документы.

После прохождения нормоконтроля с ВКР знакомится заведующий кафедрой.

Ознакомившись с ВКР, заведующий кафедрой определяет её соответствие установленным требованиям и принимает решение о допуске ВКР к защите, ставит свою подпись на титульном листе. После этого ВКР передается в Государственную экзаменационную комиссию (ГЭК).

ВКР в обязательном порядке должна пройти проверку на антиплагиат с получением справки о плагиате. Рекомендуемый уровень оригинальности ВКР – не менее 60 %.

### **3.6. Процедура защиты ВКР**

Защита ВКР является последним по порядку видом государственной аттестации выпускников.

Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК с участием не менее двух третей ее состава.

При защите студент делает доклад в течение 10-12 минут. За это время необходимо в ясной и сжатой форме изложить основные вопросы, разработанные в работе. Можно рекомендовать следующую схему доклада:

краткий анализ состояний вопроса по теме и постановка задачи;

характеристика технических требований к разрабатываемому двигателю;

анализ возможных решений и обоснование выбора решения, используемого в работе;

показатели спроектированного двигателя, степень их удовлетворения

предъявленным требованиям. При наличии экспериментальных исследований

обязательно привести их основные итоги;

принятые в работе меры по охране труда и окружающей среды, и достигаемая при спроектированном двигателе экономическая эффективность.

Студент должен четко представлять работу двигателя в целом, работу и взаимодействие всех систем и элементов двигателя, обосновав выбранные параметры систем двигателя и их реализацию. В графической части ВКР студент должен понимать и объяснить назначение каждой детали и узла двигателя. В пояснительной записке он должен пояснить и обосновать любой параметр рабочего цикла двигателя, опытные коэффициенты и расчетные формулы.

Оценка выполнения и защиты выпускной квалификационной работы производится по пятибалльной системе с учетом следующих факторов:

качества выполненной работы;

качества защиты и ответов на вопросы;

самостоятельной и творческой инициативы при выполнении работы;

соблюдения требований ГОСТа.

По результатам защиты решается вопрос о присвоении выпускнику квалификации Бакалавр (профиль подготовки «Двигатели внутреннего сгорания»).

### 3.7. Паспорт фонда оценочных средств защиты ВКР

Компетенции, освоение которых проверяется при защите ВКР	Показатели	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>1. выполнен поиск современных литературных источников по тематике ВКР</p> <p>2. выполнен критический анализ информации в современных литературных источниках для выполнения ВКР</p> <p>3. определены возможные способы решения поставленных в работе задач</p>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,	<p>1. определен перечень задач, которые необходимо выполнить по тематике ВКР</p> <p>2. определены оптимальные способы решения поставленных в</p>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные</p>

<p>имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>работе задач 3. способы решения задач определены с учетом правового законодательства и действующих ограничений</p>		<p>неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>1. знает и понимает нормы социального этикета 2. взаимодействует с окружающими людьми в рамках поставленных в работе задач 3. решает задачи в рамках командного взаимодействия, прислушивается к мнению окружающих</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>1. владеет навыками публичного выступления перед аудиторией 2. владеет иностранным(и) языком(ами) 3. представляет информацию в доступном для аудитории виде</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p>

			Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. толерантно относится к представителям других национальностей и культур</li> <li>2. уважительно общается с представителями других национальностей и культур</li> <li>3. знает и понимает нормы социального этикета</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. грамотно распределяет приоритеты в решении задач и планирует время в течение дня</li> <li>2. занимается постоянным саморазвитием в рамках профессиональной деятельности и решаемых задач</li> <li>3. знает и понимает необходимость самообразования в течение всей жизни</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для	1. знает и понимает необходимость физической культуры для поддержания здорового	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения	Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.

<p>обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>образа жизни 2. поддерживает собственную физическую подготовку на должном уровне 3. грамотно распределяет силы и время в решении поставленных задач</p>	<p>показателей</p>	<p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</p>	<p>1. владеет знаниями экономики в области профессиональной деятельности 2. рассчитывает экономическую целесообразность решений, принятых при выполнении работы 3. анализирует состояние экономики в стране и мире</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности</p>	<p>1. знает и понимает нормы правового законодательства 2. не терпит в собственной профессиональной деятельности элементы коррупции 3. формирует способы решения поставленных задач в рамках правовых норм</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные</p>



			затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям
ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. знает принципы работы современных информационных технологий</li> <li>2. применяет при выполнении собственной работы современные информационные технологии</li> <li>3. владеет навыками работы с современными программными комплексами для решения профессиональных задач</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
ОПК-2 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. знает теоретические основы компьютерного программирования</li> <li>2. владеет навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ</li> <li>3. применяет в собственной работе навыки компьютерного программирования</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
ОПК-3 Способен	1. знает и применяет в	Оценивается	Оценка "отлично"

<p>применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>своей работе физико-математический аппарат при проведении расчетно-теоретических работ 2. знает и применяет при решении задач методы математического моделирования процессов в объектах исследования 3. владеет навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p>	<p>1. владеет теоретическими знаниями электротехники и электроники 2. применяет теоретические знания при проведении практических работ, связанных с расчетом электрических цепей</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
<p>ОПК-5 Способен рассчитывать элементы энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов, динамических и тепловых нагрузок</p>	<p>1. владеет знаниями о свойствах материалов, используемых в объектах исследований 2. формирует технические решения с учетом конструкционных свойств материалов 3. способен при необходимости осуществить подбор</p>	<p>Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей</p>	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка</p>

	альтернативных материалов для реализации технических решений		"удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям
ОПК-6 Способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок	1. применяет в практической деятельности измерительную аппаратуру 2. способен самостоятельно проводить измерения электрических и неэлектрических величин 3. способен проводить обработку и анализ результатов измерений	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям
ПК-1 Способность к конструкторской деятельности	1. владеет и применяет в практической деятельности навыки черчения и автоматизированного проектирования 2. представляет технические решения в виде конструкторской документации 3. грамотно обосновывает применяемые конструкторские решения	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели. Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет

			информацией по всем показателям
ПК-2 Способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. владеет и применяет в практической деятельности навыки черчения и автоматизированного проектирования</li> <li>2. свободно читает конструкторскую документацию</li> <li>3. оформляет графическую документацию с использованием комплексов CAD, CAM - проектирования</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
ПК-3 Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. представляет технические решения в виде конструкторской документации</li> <li>2. грамотно обосновывает применяемые конструкторские решения</li> <li>3. владеет навыками публичного выступления с техническим докладом перед аудиторией</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при выполнении одного или двух показателей.</p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях.</p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям</p>
ПК-4 Способность представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свободно читает конструкторскую документацию</li> <li>2. представляет технические решения в виде конструкторской документации</li> <li>3. при составлении</li> </ol>	Оценивается степень полноты и грамотности выполнения показателей	<p>Оценка "отлично" выставляется, если студент полностью и без замечаний выполнил все показатели.</p> <p>Оценка "хорошо" выставляется, если студент допускает незначительные неточности при</p>

	конструкторской документации руководствуется требованиями ЕСКД		выполнении одного или двух показателей. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент испытывает значительные затруднения и допускает неточности во всех показателях. Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент совершенно не владеет информацией по всем показателям
--	--	--	---

### 3.8. Процедура оценивания уровня подготовки студента при защите ВКР

Итоговая оценка защиты ВКР определяется как среднее арифметическое оценок председателя и членов ГЭК, оценки в отзыве руководителя, рецензиях (при наличии). ГЭК оценивает все этапы защиты ВКР – презентацию результатов работы, понимание вопросов и ответы на них, умение вести научную дискуссию (в том числе с рецензентами), общий уровень подготовленности студента, демонстрируемые в ходе защиты компетенции.

Оценка «отлично» выставляется в том случае, если средний балл 4,5 и выше.

Оценка «хорошо» выставляется в том случае, если средний балл от 3,9 до 4,49.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если средний балл от 3,00 до 3,89.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если средний балл менее 3,0.

Если ВКР оценена на «неудовлетворительно», студент допускается к повторной защите в следующие сессии ГЭК в течение 5 лет, но не более одного раза. При этом ГЭК определяет, может ли студент представить к повторной защите доработанную работу по той же теме или должен написать по новой теме. В случае повторной неудовлетворительной защиты студент лишается права на получение диплома бакалавра. Ему выдаются документы, предусмотренные для данного случая Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений РФ.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания. Порядок проведения процедуры апелляции определяется Положением о государственной итоговой аттестации обучающихся в Южно-Уральском государственном университете по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, утвержденном приказом ректора Южно-Уральского государственного университета от 16.08.2017 г. №308.