

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаранин Максим Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2026 10:37:44
Уникальный программный ключ:
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом университета
(протокол от 24.02.2026 №15)

Локомотивные энергетические установки

рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
Направленность (профиль) Локомотивы

Квалификация **инженер путей сообщения**
Форма обучения **заочная**
Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

экзамен 4
курсовой проект 4
зачет 5
контрольная работа 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		5		Итого	
Вид занятий	уп	ип	уп	ип		
Лекции	4	4	4	4	8	8
Практические	4	4	4	4	8	8
Конт. ч. на аттест.	2	2	0,4	0,4	2,4	2,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	2,3	2,3	0,15	0,15	2,45	2,45
В том числе в форме практ.подготовки	73	73	4	4	77	77
Итого ауд.	8	8	8	8	16	16
Контактная работа	12,3	12,3	8,55	8,55	20,85	20,85
Сам. работа	161	161	59,6	59,6	220,6	220,6
Часы на контроль	6,7	6,7	3,85	3,85	10,55	10,55
Итого	180	180	72	72	252	252

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Муратов Алексей Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Локомотивные энергетические установки

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-26-1-ПСЖДл.plz.plx

Направление подготовки 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Локомотивы

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой Муратов Алексей Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Комплексное изучение обучающимися локомотивных энергетических установок на основе системного подхода и принципа непрерывности образования, предусмотренного учебным планом. Углубленное изучение обучающимися общих характеристик и свойств локомотивных энергетических установок, особенностей условий работы, технических требований, методов анализа и расчета технико-экономических параметров локомотивных энергетических установок. Обобщение знаний, полученных обучающимися в ранее изученных дисциплинах.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.07
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1	Способен определять типы, комплектность, конструктивные особенности, технико-экономические параметры и техническое состояние единиц подвижного состава
ПК-1.2	Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава
ПК-8	Способен выполнять работы по проектированию узлов локомотивов и подготовке технической документации
ПК-8.2	Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- типы энергетических установок автономных локомотивов и требования, предъявляемые к локомотивным энергетическим установкам (ЛЭУ); условия эксплуатации и особенности проектирования ЛЭУ; принципиальные основы работы, конструкцию и технико-экономические показатели ЛЭУ; системы автоматического регулирования и защиты ЛЭУ; режимы эксплуатации ЛЭУ, методы повышения топливной экономичности и экологической безопасности ЛЭУ; перспективы технического развития и задачи совершенствования ЛЭУ автономных локомотивов;
3.2	Уметь:
3.2.1	- использовать основные положения расчета параметров рабочего процесса локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) и методы моделирования работы ЛЭУ, теоретические и экспериментальные методы оценки топливной экономичности ЛЭУ и параметров экологической безопасности;
3.3	Владеть:
3.3.1	- принципами проведения испытаний и настройки локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) при их изготовлении, сдаче и в процессе эксплуатации; современными контрольно-измерительными приборами, используемыми при испытаниях и настройке ЛЭУ; основами расчета технико-экономических параметров основных и вспомогательных систем ЛЭУ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Раздел 1. Классификация и расчет процесса и параметров локомотивных энергетических установок			
1.1	Введение. Краткая история развития локомотивных энергетических установок (ЛЭУ). Принципы работы паровой машины, газотурбинного двигателя, атомной энергетической установки. Современное состояние развития ЛЭУ. Принципиальные схемы двигателей. Рабочий цикл, основные параметры цикла. /Лек/	4	2	

1.2	Рабочий процесс поршневого комбинированного двигателя внутреннего сгорания. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок поршневого комбинированного двигателя. Такты и фазы газораспределения расчет четырехтактных и двухтактных двигателей. Расчётные индикаторные диаграммы. Рабочий процесс поршневого комбинированного двигателя внутреннего сгорания. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок поршневого комбинированного двигателя. Такты и фазы газораспределения расчет четырехтактных и двухтактных двигателей. Расчётные индикаторные диаграммы. Рабочий процесс поршневого комбинированного двигателя внутреннего сгорания. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок поршневого комбинированного двигателя. Такты и фазы газораспределения расчет четырехтактных и двухтактных двигателей. Расчётные индикаторные диаграммы. /Лек/	4	2	
1.3	Процесс наполнения цилиндра воздухом. Процесс сжатия. Особенности процесса наполнения цилиндра воздухом в четырёхтактных и двухтактных двигателях. Определение количества, состава и параметров рабочего тела. Коэффициенты остаточных газов и наполнения. Процессы сжатия в четырёхтактных и двухтактных дизелях. Геометрическая и действительная степени сжатия. Теплообмен и показатель политропы сжатия. Определение параметров рабочего тела в процессе сжатия. /Ср/	4	4	
1.4	Процессы смесеобразования и сгорания топливно-воздушной смеси. Типы камер сгорания. Процессы смесеобразования в двигателях внутреннего сгорания. Внутреннее и внешнее смесеобразование топливовоздушной смеси. Температура самовоспламенения топлива. Характеристики топливного факела. Периоды сгорания топливовоздушной смеси. Закон и скорость выгорания топлива. Степень повышения давления при сгорании и её зависимость от периода задержки воспламенения и закона подачи топлива. Методы расчета рабочего процесса и параметров энергетических установок. /Ср/	4	4	
1.5	Процессы горения и расширения продуктов сгорания. Коэффициент эффективности выделения теплоты. Расчет состава и параметров в конце процесса горения. Действительный процесс расширения. Догорание топлива и теплообмен между рабочим телом и стенками цилиндра. Степень последующего расширения, показатель политропы расширения. Определение параметров рабочего тела в процессе и конце расширения. Общие характеристики процесса сгорания расширения. /Ср/	4	6	
1.6	Построение индикаторной диаграммы. Расчёт индикаторных и эффективных показателей работы двигателя. Построение расчетной индикаторной диаграммы. Расчёт среднего индикаторного давления. Индикаторная мощность и КПД эффективная мощность и КПД двигателя. /Ср/	4	4	
1.7	Принципиальные схемы газотурбинных двигателей. Конструктивные особенности основных узлов газотурбинных двигателей. Рабочий цикл, основные параметры рабочего цикла газотурбинных двигателей. Рабочие процессы в элементах газотурбинного двигателя. Режимы работы и испытания ГТД. Рабочий процесс газотурбинного двигателя и элементы его расчета. Особенности конструкции камеры сгорания и основы расчета. Основные режимы работы и испытания ГТД и его сборочных единиц. /Ср/	4	8	
1.8	Знакомство с эксплуатационными параметрами тепловозных дизелей. Выдача задания на курсовой проект. /Ср/	4	6	
1.9	Расчетный анализ рабочего процесса и параметров энергетических установок /Ср/	4	6	
1.10	Построение индикаторных диаграмм двухтактных и четырехтактных дизелей. Определение основных показателей работы дизеля по индикаторным диаграммам /Пр/	4	2	Практическая подготовка
1.11	Сравнение показателей дизелей и транспортных газотурбинных двигателей. /Ср/	4	6	

1.12	Топливо и продукты сгорания. Вредные выбросы тепловозных дизелей. Характеристики дизельного топлива и его состав, альтернативные виды топлив. Коэффициент избытка воздуха для сгорания топлива, теоретически необходимое и действительное количество воздуха, количество и состав продуктов сгорания. Теплоемкость, энтальпия и внутренняя энергия воздуха и продуктов сгорания. Токсичность и дымность отработавших газов. /Ср/	4	9	
1.13	Методы моделирования и расчета рабочего процесса и параметров установок. Математическая модель рабочего процесса поршневой части двигателя, агрегатов воздухообеспечения и выпускных систем. Методы решения систем уравнений, описывающих рабочие процессы поршневой части двигателя, агрегатов воздухообеспечения и выпускных систем /Ср/	4	8	
	Раздел 2. Раздел 2. Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма.			
2.1	Кинематические и динамические характеристики кривошипно-шатунного механизма. Кинематические характеристики движения поршня, их расчёт. Особенность расчёта, кинематических характеристик V-образных двигателей и двигателей со встречно-движущимися поршнями. Силы, действующие на кривошипно-шатунный механизм /Ср/	4	8	
2.2	Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма. Расчет сил, действующих на кривошипно-шатунный механизм, рядного и V-образного двигателей. Построение векторной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку коленчатого вала. Основные понятия о крутильных колебаниях уравновешивания двигателя. Снижение шума и вибраций дизелей. /Ср/	4	8	
2.3	Расчётный анализ кинематических характеристик тепловозных дизелей. /Ср/	4	8	
2.4	Построение векторной диаграммы сил. Динамический расчет дизеля. /Пр/	4	2	Практическая подготовка
	Раздел 3. Раздел 3. Конструктивные особенности локомотивных энергетических установок			
3.1	Конструктивные особенности основных узлов тепловозных двухтактных и четырехтактных двигателей. Принципиальные схемы двигателей. Конструктивные особенности основных узлов дизелей. Рабочий цикл, основные параметры цикла. /Лек/	5	2	
3.2	Системы воздухообеспечения ЛЭУ. Назначение и способы наддува четырехтактных и двухтактных двигателей. Схемы воздухообеспечения четырехтактных и двухтактных двигателей. Типы наддува: изобарный, импульсный, с преобразователями импульсов. /Ср/	5	6	
3.3	Конструкция, принцип работы и основные характеристики агрегатов наддува. Компоновочные схемы и устройство турбокомпрессоров. Размерный ряд турбокомпрессоров. Принцип работы турбокомпрессоров. Основные характеристики турбокомпрессоров. /Ср/	5	4	
3.4	Топливные системы ЛЭУ. Топливные системы тепловозных дизелей и газотурбинных двигателей. Устройство и принцип работы топливных насосов, форсунок. Характеристики топливной аппаратуры и законы подачи топлива. /Лек/	5	2	
3.5	Системы автоматики ЛЭУ. Структурные схемы автоматических регуляторов частоты вращения коленчатого вала и объединенного регулятора. Процессы регулирования частоты вращения и мощности. Системы пуска и остановки. Устройство автоматической защиты от аварийных режимов. /Ср/	5	2	
3.6	Системы охлаждения и смазки ЛЭУ. Система охлаждения дизеля. Коррозия и кавитационная эрозия в дизелях. Требования к охлаждающей жидкости, водоподготовки. Система смазки дизеля. Требования к маслам, применяемым в дизелях. Причины загрязнения масел в дизелях. /Ср/	5	2	
3.7	Изучение принципа работы и конструкции тепловозных дизелей. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
3.8	Изучение агрегатов наддува тепловозных дизелей. /Ср/	5	2	
3.9	Характеристики турбокомпрессора. /Ср/	5	2	
3.10	Изучение конструкции и испытание топливной аппаратуры /Пр/	5	2	Практическая подготовка
	Раздел 4. Раздел 4. Режимы работы и испытания ЛЭУ			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
ЛП.1	Фролов А.В., Элиасштам М.К.	Силовые установки локомотивов	, 2014	https://e.lanbook.com/book/18796
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес

6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

6.2.1.1	Microsoft Windows
---------	-------------------

6.2.2.1	База данных совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества - www.sovetgt.ru
---------	--

6.2.2.2	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru
---------	---

6.2.2.3	База данных Некоммерческого партнерства производителей и пользователей железнодорожного подвижного состава «Объединение вагоностроителей» - www.ovsr.rf
---------	--

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
-----	---

7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
-----	--

7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
-----	--

7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
-----	---

7.5	Помещения для курсового проектирования / выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).
-----	---

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Локомотивные энергетические установки

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Локомотивы

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации:

очная форма обучения – экзамен, курсовой проект (7 семестр), зачёт (8 семестр);

заочная форма обучения – экзамен, курсовой проект (4 курс), зачёт (5 курс);

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен определять типы, комплектность, конструктивные особенности, технико-экономические параметры и техническое состояние единиц подвижного состава	ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава
ПК-8: Способен выполнять работы по проектированию узлов локомотивов и подготовке технической документации	ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава	Обучающийся знает: типы энергетических установок автономных локомотивов и требования, предъявляемые к локомотивным энергетическим установкам (ЛЭУ)	Вопросы (1 – 12)
	Обучающийся умеет: использовать основные положения расчета параметров рабочего процесса локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) и методы моделирования работы ЛЭУ	Задания (1-4)
	Обучающийся владеет: принципами проведения испытаний и настройки локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) при их изготовлении, сдаче и в процессе эксплуатации; современными контрольно-измерительными приборами, используемыми при испытаниях и настройке ЛЭУ	Задания (1-3).
ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них	Обучающийся знает: условия эксплуатации и особенности проектирования ЛЭУ; принципиальные основы работы, конструкцию и технико-экономические показатели ЛЭУ; системы автоматического регулирования и защиты ЛЭУ; режимы эксплуатации ЛЭУ, методы повышения топливной экономичности и экологической безопасности ЛЭУ; перспективы технического развития и задачи совершенствования ЛЭУ автономных локомотивов	Вопросы (12 – 24)
	Обучающийся умеет: теоретические и экспериментальные методы оценки топливной экономичности ЛЭУ и параметров экологической безопасности	Задания (1-3)
	Обучающийся владеет: основами расчета технико-экономических параметров основных и вспомогательных систем ЛЭУ	Задания (1-2)

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (Кн.Р/РГР) проводится в одной из следующих форм:

- 1) выполнение и защита Кн.Р/РГР;
- 2) выполнение и размещение Кн.Р/РГР в ЭИОС университета с последующей защитой по средствам ресурсов ЭИОС.

Промежуточная аттестация (КР/КП) проводится в одной из следующих форм:

- 1) выполнение и защита КР/КП;
- 2) выполнение и размещение КР/КП в ЭИОС университета с последующей защитой по средствам ресурсов ЭИОС.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата по итогам изучения дисциплины в 8 семестре

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава	Обучающийся знает: типы энергетических установок автономных локомотивов и требования, предъявляемые к локомотивным энергетическим установкам (ЛЭУ)
<i>Примеры вопросов/заданий</i> 1) Дайте определение дизельному двигателю ☐ Тепловая машина циклического действия с непосредственным впрыском ☐ Четырехтактный двигатель с турбонаддувом ☐ Тепловой двигатель, работающий по замкнутому циклу 2) Для чего выполняется зазор между клапаном и рычагом. ☐ Для учета теплового расширения деталей в клапанном механизме. ☐ Для уменьшения сил инерции в клапанном механизме. ☐ Для изменения фаз газораспределения. ☐ Для компенсации допусков на изготовление деталей клапанно-распределительного механизма. 3) Для чего служит рубашка втулки цилиндра дизеля. ☐ Для повышения прочности и долговечности. ☐ Для организации эффективного охлаждения. ☐ Для уменьшения износа по посадочным местам. ☐ Для уменьшения отвода тепла в систему охлаждения. 4) За сколько оборотов коленчатого вала совершается рабочий цикл четырехтактного дизеля ☐ За один оборот коленчатого вала ☐ За два оборота коленчатого вала	

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

- ☐ За четыре оборота коленчатого вала
 - ☐ За пол оборота коленчатого вала
- 5) Как классифицируются тепловозные дизели по мощности.
- ☐ Средней мощности 74-736 кВт, мощные 736 - 7360 кВт.
 - ☐ Малой мощности до 74 кВт, средней мощности 74 - 736 кВт, мощные 736 - 7360 кВт, сверхмощные больше 7360 кВт.
 - ☐ Средней мощности 74 - 736 кВт, мощные 736 - 7360 кВт, сверхмощные - более 7360 кВт.
 - ☐ Маломощные до 74 кВт, средней мощности 74 - 736 кВт, мощные 736 - 7360 кВт.

6) Как классифицируются тепловозные дизели по степени быстроходности.

- ☐ Средней быстроходности и быстроходные
- ☐ 750-1500 об/мин.
- ☐ Средней быстроходности (6,5 м/с ? См ? 8,5 м/с).
- ☐ Тихоходные, средней быстроходности, быстроходные, повышенной быстроходности в зависимости от средней скорости движения поршня.
- ☐ Быстроходные (8,5 м/с - 12 м/с), повышенной быстроходности (12 м/с).

7) Как крепится крышка цилиндра к блок-картеру.

- ☐ С помощью шпилек.
- ☐ С помощью болтов.
- ☐ С помощью сварки.
- ☐ С помощью болтов и сварки.

8) Как обозначаются дизели 1А-5Д49, 2А-5Д49 по ГОСТ 4393-82.

- ☐ 16Ч Н 26/26
- ☐ 10 ДН 20,7/(2/25,4).
- ☐ 6Ч Н 31/36.
- ☐ 20Ч Н 28/29

9) Верно ли утверждение

Тактом называется единичное перемещение поршня в цилиндре дизеля от одного крайнего положения в другое крайнее положение

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

10) Какая схема продувки применена на дизеле 10Д100.

- ☐ Прямоточно-щелевая.
- ☐ Прямоточно-клапанная.
- ☐ Клапанно-щелевая.
- ☐ Клапанно-петлевая.

11) Какая схема продувки применена на дизелях 14Д40, 11Д45.

- ☐ Клапанно-щелевая.
- ☐ Прямоточно-щелевая.
- ☐ Петлевая.
- ☐ Клапанная.

12) Верно ли утверждение

Совокупность химических процессов, происходящих в цилиндре в определённой последовательности, называется рабочим циклом, который повторяется во время работы двигателя.

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

2.3 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата по итогам изучения дисциплины в 9 семестре

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них	Обучающийся знает: условия эксплуатации и особенности проектирования ЛЭУ; принципиальные основы работы, конструкцию и технико-экономические показатели ЛЭУ; системы автоматического регулирования и защиты ЛЭУ; режимы эксплуатации ЛЭУ, методы повышения топливной экономичности и экологической безопасности ЛЭУ; перспективы технического развития и задачи совершенствования ЛЭУ автономных локомотивов

Примеры вопросов/заданий

13) Какие системы охлаждения применяются на тепловозных дизелях.

- ☐ Двухконтурные, открытые, замкнутые
- ☐ Одноконтурные, открытые, замкнутые.
- ☐ Двухконтурные, закрытые, замкнутые.
- ☐ Двухконтурные, закрытые, разомкнутые.

14) Какие средства защиты от аварийных режимов установлены на тепловозных дизелях.

- ☐ Предельный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизеля, реле давления масла, термореле температуры воды и масла, манометр давления газов в картере.
- ☐ Предельный регулятор частоты вращения турбокомпрессора, реле давления масла, термореле температуры воды и масла, манометр давления газов в картере.
- ☐ Предельный регулятор частоты вращения приводного центробежного нагнетателя, реле давления масла, термореле температуры воды и масла, термореле температуры газа на входе в турбину турбокомпрессора.
- ☐ Реле давления масла, термореле температуры воды и масла, термореле температуры газа на входе в турбину турбокомпрессора, манометр давления газов в картере

15) Назовите основные технические характеристики тепловозных дизелей.

- ☐

Эффективная мощность, расход и удельный эффективный расход топлива, эффективный коэффициент полезного действия, частота вращения и другие.

- ☐ Эффективная и индикаторная мощность, эффективный и индикаторный удельный расход топлива, эффективный и индикаторный КПД.
- ☐ Расход топлива на номинальном режиме и холостом ходу, максимальное давление сгорания, расположение цилиндров.
- ☐ Габариты и удельная масса, мощность, частота вращения коленчатого вала.

16) Укажите основные фазы сгорания топлива.

- ☐ Период задержки воспламенения, период начального (взрывного) горения, период управляемого горения, период основного горения, период догорания.
- ☐ Период задержки воспламенения топлива, период начального (взрывного) горения, период основного горения, период догорания.
- ☐ Период холодного горения, период взрывного горения, период основного горения, период догорания.
- ☐ Период холодного горения, период начального горения, период управляемого горения, период основного горения, период догорания.

17) Что относится к основным элементам топливной аппаратуры

- ☐ топливные насосы высокого давления и форсунки
- ☐ регулятор частоты вращения коленчатого вала
- ☐ топливные фильтры
- ☐ топливный бак и топливоподкачивающий насос
- ☐ нагнетательные трубопроводы

18) Чем охлаждаются поршни в тепловозных дизелях.

- ☐ Маслом и воздухом.
- ☐ Водой и топливом.
- ☐ Маслом и водой.
- ☐ Водой и воздухом.

19) Чем охлаждается наддувочный воздух в системе воздухообеспечения.

- ☐ Водой системы охлаждения дизеля.
- ☐ Воздухом.
- ☐ Хладагентом с низкой температурой кипения.
- ☐ Испарительное охлаждение.

20) При какой температуре воды и масла снимается нагрузка в дизеле 10Д100.

- ☐ Больше 95°C для воды или 85°C для масла.
- ☐ Более 90°C для воды или 75°C для масла.
- ☐ Более 88°C для воды или масла.
- ☐ Менее 96°C для воды или менее 86°C для масла.

21) При каком давлении масла снимается нагрузка в дизеле 10Д100.

- ☐ Меньше 0,1 МПа.
 - ☐ Больше 0,1 МПа.
 - ☐ Меньше 0,22 МПа.
 - ☐ Меньше 0,28 МПа.
- 22) Какие необходимые параметры дизеля должны обеспечивать турбокомпрессоры системы наддува
- ☐ давление наддува P_k , расход воздуха G , степень сжатия ϵ
 - ☐ коэффициент избытка воздуха α , степень сжатия ϵ , давление наддува P_k
 - ☐ степень сжатия ϵ , расход воздуха G , коэффициент избытка воздуха α
 - ☐ давление наддува P_k , расход воздуха G , коэффициент избытка воздуха α
- 23) Какие агрегаты наддува применены в системе воздухообеспечения дизеля 10Д100.
- ☐ Два турбокомпрессора и приводной центробежный компрессор.
 - ☐ Винтовые компрессоры и воздухоудка.
 - ☐ Два турбокомпрессора и приводной объемный нагнетатель.
 - ☐ Осевые компрессоры и приводной объемный нагнетатель.
- 24) Как осуществляется смазка коренных и шатунных подшипников, поршневых пальцев.
- ☐ Принудительной подачей масла под давлением.
 - ☐ При помощи сил инерции.
 - ☐ Самотеком.
 - ☐ Разбрызгивателем.

2.3 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата по итогам изучения дисциплины в 8 семестре

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава	Обучающийся умеет: использовать основные положения расчета параметров рабочего процесса локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) и методы моделирования работы ЛЭУ
<i>Примеры заданий</i> <u>В рамках выполнения курсового проекта необходимо выполнить расчеты по следующим разделам:</u> Задание №1 Определение параметров рабочего процесса дизеля Задачей расчета является определение давлений P, температур T и объемов V рабочего тела в цилиндре в характерных точках индикаторной диаграммы и установление закономерностей изменения этих параметров в промежуточных точках.	

Индикаторная диаграмма представляет зависимость давления P от объема V или угла поворота φ кривошипа коленчатого вала. Характерными точками индикаторной диаграммы являются точки a, c, z, b, которые соответствуют концу процесса наполнения, сжатия, сгорания и расширения Задание №2 Построение индикаторной диаграммы рабочего процесса двигателя Индикаторную диаграмму строят в координатах давление P и объем V. По оси абсцисс откладывают вычисленные ранее объемы $V_C, V_h, V_a, \psi V_h$, соответствующие положению характерных точек индикаторной диаграммы. Рекомендуется объемы откладывать в масштабе 1 мм - $0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (для вариантов 0 – 1 мм - $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$). По оси ординат откладывают вычисленные ранее давления, соответствующие характерным точкам индикаторной диаграммы (точки a, c, z, b). Рекомендуется давление откладывать в масштабе 1 мм - 0,05 МПа. На осях абсцисс и ординат согласно выбранным масштабам наносят числовые шкалы объемов и давлений. По значениям объемов и давлений находят положение характерных точек индикаторной диаграммы. Задание №3 Расчет кинематических характеристик движения поршня Целью кинематического расчета является определение перемещения S, скорости v и ускорения j поршня в зависимости от угла поворота кривошипа коленчатого вала и построение графиков этих зависимостей. Задание №4 Расчет сил, действующих на детали кривошипно-шатунного механизма Целью динамического расчета является определение сил и моментов, действующих на детали кривошипно-шатунного механизма при работе дизеля. Знание сил и моментов необходимо для расчета деталей проектируемого двигателя на прочность, анализа надежности и долговечности узлов и деталей в эксплуатации, оценки уравновешенности двигателя и сравнения его нагруженности с аналогичными эксплуатируемыми дизелями.	
ПК-1.2.Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава	Обучающийся владеет: принципами проведения испытаний и настройки локомотивных энергетических установок (ЛЭУ) при их изготовлении, сдаче и в процессе эксплуатации; современными контрольно-измерительными приборами, используемыми при испытаниях и настройке ЛЭУ
<i>Примеры заданий</i> Задача №1 Изучение приборов, применяемых при обкатке и испытаниях тепловозных дизелей Основными параметрами, контролируемыми при испытании тепловозных дизелей, являются температура и давление воздуха, продуктов сгорания, топлива, масла и воды в системах дизеля. Измеряют также обороты коленчатого вала и мощность дизеля или дизель-генераторной установки. Целью задания является 1. По макетам, плакатам и натурным образцам изучить конструкцию и принцип работы измерительных приборов. 2. Оценить расход топлива дизеля при его работе по скоростной характеристике. Задача №2 Изучение и настройка агрегатов наддува тепловозных дизелей Все типы тепловозных дизелей, находящихся в серийном производстве, и большинство тепловозных дизелей, находящихся в эксплуатации, оборудованы газотурбинным наддувом. Турбокомпрессоры системы наддува должны обеспечивать необходимые параметры дизеля, в том числе: давление наддува P_k; расход воздуха G; коэффициент избытка воздуха, при которых достигается минимальное значение удельного расхода топлива и умеренная тепловая нагрузка во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала дизеля Целью задания является Ознакомиться со схемами наддува тепловозных дизелей. По макетам, плакатам и натурным образцам изучить особенности конструкции турбокомпрессоров тепловозных дизелей. По результатам реостатных испытаний определить эксплуатационные характеристики турбокомпрессора и сравнить их с паспортными характеристиками Задача №3 Изучение конструкции и испытание топливной аппаратуры тепловозных дизелей Топливная аппаратура является одной из важнейших среди агрегатов и оборудования дизеля, так как от ее правильной регулировки и работы зависят срок службы и топливная экономичность дизеля. Для испытания и регулировки топливной аппаратуры тепловозных дизелей разработаны различные модели стендов. Для опрессовки плунжерных пар топливных насосов применяют гиревые стенды типа А53. Плотность плунжерной пары определяется временем перетекания топлива из объема надплунжерного пространства через зазоры между уплотняющими прецизионными поверхностями при движении плунжера под действием осевого усилия.	

2.4 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата по итогам изучения дисциплины в 9 семестре

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них	Обучающийся умеет: теоретические и экспериментальные методы оценки топливной экономичности ЛЭУ и параметров экологической безопасности

Примеры заданий

Задача №1 Контроль уровня вредных выбросов тепловозных дизелей

Целью задания является

1. Ознакомиться с нормами и методами определения уровня вредных выбросов тепловозных дизелей.
2. Ознакомиться со способами повышения экологической безопасности тепловозных дизелей.
3. Оценить дымность отработавших газов дизеля при его работе по скоростной характеристике.

Задача №2 Изучение методов расчетного моделирования рабочего процесса дизелей тепловозов

Основной задачей математического моделирования ДВС является не только попытка расчета соответствующих процессов, но и создание инструмента для поиска путей усовершенствования исследуемого объекта методами численных экспериментов. Необходимость решения сложных, многопараметрических оптимизационных задач обуславливает жесткие требования к быстродействию используемых математических моделей. Именно это обстоятельство, а также ориентация на персональные компьютеры обусловили выбор расчетных методик для математического моделирования процессов в ДВС.

Целью задания является

1. Ознакомиться с методами расчетного моделирования рабочего процесса дизелей тепловозов.
2. Ознакомиться с индикаторными и эффективными показателями дизеля тепловоза.
3. Ознакомиться с функциональными возможностями программного комплекса Дизель-РК.
4. Произвести тепловой расчет показателей работы дизеля тепловоза.
5. Построить индикаторную диаграмму дизеля тепловоза с указанием характерных точек.

Задача №3 Определить и проанализировать основные параметры тепловозных дизелей

Вычислить основные теплотехнические параметры изучаемых дизелей.

Индикаторная мощность двигателя, кВт

$$N_i = 2000 \cdot \frac{P_i \cdot V_h \cdot i \cdot n}{\tau} \quad (29)$$

Индикаторным КПД η_i (в цилиндре) называют отношение количества теплоты, превращенной в механическую работу, к затраченному количеству теплоты. Этот КПД четырехтактного двигателя определим по формуле:

$$\eta_i = 8,314 \cdot \frac{\alpha \cdot L_0 \cdot P_i \cdot T_K}{Q_H^P \cdot \eta_v \cdot P_K}.$$

Для двухтактного двигателя в формула (30) вместо η_v подставляют η_{vh} .

Удельный индикаторный расход топлива, кг/(кВт·ч):

$$b_i = \frac{3600}{Q_H^P \cdot \eta_i}.$$

Среднее эффективное давление P_e , МПа, эффективные мощность N_e , кВт, КПД η_e и удельный расход топлива b_e , кг/(кВт·ч) определяют из выражений:

$$P_e = P_i \cdot \eta_m;$$

$$N_e = N_i \cdot \eta_m;$$

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m;$$

$$b_e = b_i / \eta_m,$$

где η_m - механический КПД дизеля.

По полученным данным оценить и произвести сравнительный анализ показателей топливной экономичности

ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них	Обучающийся владеет: основами расчета технико-экономических параметров основных и вспомогательных систем ЛЭУ
--	--

Примеры заданий

Задача №1 Расчет крутящего момента, построение векторной диаграммы сил

Целью задания является

Ознакомиться с порядком расчета крутящего момента двухтактных и четырехтактных дизелей; познакомиться с порядком построения векторной диаграммы сил, действующих на шейку кривошипа коленчатого вала.

Для расчета суммарного крутящего момента дизеля необходимо использовать зависимость $P_T = f(\varphi)$.

Тангенциальная сила P_T создает крутящий момент на кривошипе вала двигателя, и его величина определяется по формуле, кН*м:

$$T_{tqi} = 1 * 10^3 * R * F_{\Pi} * P_T, \quad (1)$$

где R – радиус кривошипа, м;

F_{Π} – площадь поршня, м²;

P_T – удельная тангенсальная сила; значения ее выбираются в зависимости от угла поворота коленчатого вала φ из зависимости $P_T = f(\varphi)$ практической работы № 5.

В многоцилиндровом двигателе суммарный крутящий момент T_{tq} , снимаемый с фланца отбора мощности, представляет собой сумму крутящих моментов отдельных цилиндров T_{tqi} .

Для рядных двигателей суммирование T_{tqi} производится с учетом следующих соображений. Для обеспечения равномерности крутящего момента угол $\Delta\varphi_{всп}$ между очередными вспышками в цилиндрах двигателя выбирается из условия:

$$\Delta\varphi_{всп} = \Delta\varphi_{кр} = \frac{180 * \tau}{i_p}, \quad (2)$$

где τ – тактность двигателя;

i_p – число цилиндров двигателя в ряду.

Исходя из этих же требований, таким же назначается угол заклинки кривошипов коленчатого вала $\Delta\varphi_{кр}$.

Задача №2 Сравнение показателей дизелей и транспортных газотурбинных двигателей

Успехи применения газовых турбин на самолетах, а также использование их в качестве двигателей теплосиловых установок на судах и в стационарной энергетике послужили основанием для создания автономного локомотива, у которого первичным двигателем является газовая турбина. Такие локомотивы получили наименование газотурбовозов.

По литературным источникам ознакомиться с основными показателями газотурбинных двигателей и тепловозных дизелей, произвести необходимый расчет и сравнить их преимущества и недостатки.

2.5 Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (8 семестр)

ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава

1. Двигатели внутреннего сгорания, история и перспективы их развития.
2. Схемы транспортных газотурбинных установок.
3. Классификация и циклы работы ДВС.
4. Циклы транспортных газотурбинных установок, их характеристики.
5. Обобщенный цикл поршневого ДВС и его характерные параметры.
6. Методы и средства диагностирования ЛЭУ.
7. Цикл поршневого ДВС с подводом тепла в процессе $V = \text{const}$.
8. Цикл поршневого ДВС с подводом тепла в процессе $P = \text{const}$.
9. Цикл поршневого ДВС со смешанным подводом тепла.

10. Топливные системы ЛЭУ, конструкция и принцип работы форсунок.
11. Конструктивные особенности и основные характеристики двухтактных двигателей.
12. Конструктивные особенности основных узлов и характеристики четырехтактных двигателей.
13. Процессы наполнения и продувки четырехтактных и двухтактных дизелей.
14. Процесс смесеобразования в дизелях. Типы камер сгорания.
15. Особенности процессов самовоспламенения и горения в дизелях.
16. Процессы наполнения и продувки двухтактного дизеля.
17. Виды и методы испытания ЛЭУ.
18. Вредные выбросы тепловозных дизелей.
19. Перспективы совершенствования конструкции и параметров ЛЭУ.
20. Применение альтернативных видов топлив, основные трудности.
21. Системы охлаждения дизелей, основные характеристики.
22. Системы автоматики ЛЭУ.
23. Тепловой баланс ДВС, пути снижения потерь энергии.
24. Совместная работа дизеля и агрегатов наддува.
25. Влияние эксплуатационных факторов на работу дизеля.
26. Режим работы ЛЭУ, пути снижения непроизводительного расхода топлива.
27. Крутильные колебания, уравнивание дизелей.
28. Конструктивные особенности и характеристики основных узлов газотурбинных двигателей.
29. Конструкция, принцип работы и основные характеристики агрегатов наддува.
30. Устройства автоматической защиты от аварийных режимов работы.
31. Влияние атмосферных условий и режимов работы на показатели работы ЛЭУ.

ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них

1. Определение характеристик работы компрессора, КПД компрессора.
2. Определение характеристик работы турбины, КПД турбины.
3. Действительный цикл поршневого ДВС, особенности расчета.
4. Характеристики работы камеры сгорания ГТД, основы расчета.
5. Основные показатели работы ГТД, последовательность расчета.
6. Построение диаграммы рабочего цикла ГТД, расчет параметров в характерных точках.
7. Характерные периоды процессов горения в дизелях. Расчет основных параметров продуктов сгорания.
8. Процесс расширения. Расчет основных параметров.
9. Основные параметры действительного цикла дизелей. Расчет параметров по индикаторной диаграмме.
10. Особенности расчета многоступенчатых газовых турбин, параметры многоступенчатых турбин.
11. Особенности расчета многоступенчатых осевых компрессоров.
12. Процесс сжатия. Расчет основных параметров.
13. Эффективные характеристики дизеля. Расчет эффективных характеристик.
14. Среднее индикаторное давление. Расчет индикаторного давления по индикаторной диаграмме.
15. Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма.
16. Схема и расчет турбокомпрессора системы наддува.
17. Основы моделирования рабочего процесса комбинированного двигателя на ЭВМ.
18. Построения векторной диаграммы сил, действующих на шейку кривошипа коленчатого вала.
19. Использование математических моделей в эксплуатации и при проектировании дизелей.

2.6 Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (9 семестр)

ПК-1.2. Анализирует конструктивные особенности узлов и деталей, оценивает техническое состояние подвижного состава

1. Двигатели внутреннего сгорания, история и перспективы их развития.
2. Схемы транспортных газотурбинных установок.
3. Классификация и циклы работы ДВС.
4. Циклы транспортных газотурбинных установок, их характеристики.

5. Обобщенный цикл поршневого ДВС и его характерные параметры.
6. Методы и средства диагностирования ЛЭУ.
7. Цикл поршневого ДВС с подводом тепла в процессе $V=\text{const}$.
8. Определение характеристик работы компрессора, КПД компрессора.
9. Цикл поршневого ДВС с подводом тепла в процессе $P=\text{const}$.
10. Цикл поршневого ДВС со смешанным подводом тепла.
11. Определение характеристик работы турбины, КПД турбины.
12. Топливные системы ЛЭУ, конструкция и принцип работы форсунок.
13. Конструктивные особенности и основные характеристики двухтактных двигателей.
14. Конструктивные особенности основных узлов и характеристики четырехтактных двигателей.
15. Особенности расчета многоступенчатых газовых турбин, параметры много-ступенчатых турбин.
16. Процессы наполнения и продувки четырехтактных и двухтактных дизелей.
17. Процесс смесеобразования в дизелях. Типы камер сгорания.
18. Особенности процессов самовоспламенения и горения в дизелях.
19. Процессы наполнения и продувки двухтактного дизеля.
20. Виды и методы испытания ЛЭУ.
21. Вредные выбросы тепловозных дизелей.
22. Перспективы совершенствования конструкции и параметров ЛЭУ.

ПК-8.2. Выполняет проектирование локомотивных энергетических установок, производит расчеты и моделирование процессов, происходящих в них

1. Действительный цикл поршневого ДВС, особенности расчета.
2. Характеристики работы камеры сгорания ГТД, основы расчета.
3. Основные показатели работы ГТД, последовательность расчета.
4. Построение диаграммы рабочего цикла ГТД, расчет параметров в характерных точках.
5. Особенности расчета многоступенчатых осевых компрессоров.
6. Процесс сжатия. Расчет основных параметров.
7. Характерные периоды процессов горения в дизелях. Расчет основных параметров продуктов сгорания.
8. Процесс расширения. Расчет основных параметров.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка «**отлично**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**хорошо**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий, курсового проекта

«**Отлично/зачтено**» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«**Хорошо/зачтено**» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«**Удовлетворительно/зачтено**» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«**Неудовлетворительно/не зачтено**» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач;*

ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.

- негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.

- недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.

Критерии формирования оценок по экзамену и зачету

«Отлично/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно/зачтено» – студент допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.