

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт транспорта и логистики
Кафедра двигателей внутреннего сгорания**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

По направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

Луганск 2023

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные энергетические технологии» по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение. – 50 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Современные энергетические технологии» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 149.

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Данилейченко А.А.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Ковтун А.С.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Доценко Д.М.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Брянцев М.А.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Любченко Д.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»

« 12 » 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ А.А. Данилейченко

Переутверждена: « _____ » 20 _____ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И. Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области теории и практики конструирования перспективных систем наддува комбинированных двигателей, отопительно-вентиляционных систем, газотурбинных установок, систем смесеобразования, холодильных машин, теплонасосных установок, дискового двигателя на базе волновых и каскадных обменников давления.

Задачами является получение выпускниками комплекса знаний по вопросам расчета, проектирования и эксплуатации перспективных систем наддува комбинированных двигателей, отопительно-вентиляционных систем, газотурбинных установок, систем смесеобразования, холодильных машин, теплонасосных установок, дискового двигателя на базе волновых и каскадных обменников давления.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Современные энергетические технологии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** разделов из цикла фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин, **умения** воспользоваться имеющейся информацией для дальнейшего совершенствования энергоустановок и их систем, **навыки** оценки и анализа информации.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Теплотехника, Термодинамика, Физика, Детали машин, Сопротивление материалов, Теория ДВС и служит основой для освоения дисциплин Моделирование процессов в поршневых двигателях, Спецглавы конструирования и САПР в энергомашиностроении и др.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Демонстрирует знание стратегии действий, умение ее применить, навыки выявления и решения проблемной ситуации.	знать теорию и практику конструирования перспективных систем наддува комбинированных двигателей, отопительно-вентиляционных систем, газотурбинных установок, систем смесеобразования, холодильных машин, теплонасосных установок, дискового двигателя на базе волновых и каскадных обменников давления; уметь самостоятельно оценивать перспективность предлагаемых технических решений в процессе развития ДВС, разрабатывать мероприятия по использованию имеющихся энергоисточников в ДВС. Изыскивать возможности использования возобновляемых источников энергии; владеть навыками использования имеющихся энергоисточников в ДВС и в окружающей среде с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей установок в условиях ограничений
--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	72	24
Лекции	28	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	28	8
Курсовая работа	36	36

Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)		
Самостоятельная работа студента (всего)	132	192
Форма аттестации	Экзамен/ курсовая работа	Экзамен/ курсовая работа

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Цель и задачи изучения дисциплины. Способы совершенствования процессов энергообмена в теплосиловых установках. Анализ существующих систем воздухообмена теплоэнергетических машин. Газотурбинный наддув. Механический наддув. Волновой наддув. Волновые трансформаторы энергии. Существующие методы расчета агрегатов непосредственного обмена энергией. Численные методы. Аналитические методы. Использование газодинамических функций.

2. Каскадные трансформаторы энергии и теплоэнергетические установки на их основе. Компрессор каскадно-теплого сжатия. Системы наддува с компрессором КТС. Отопительно-вентиляционные системы КТС. Газотурбинные установки с камерой сгорания КТС. Система двухстадийного смесеобразования. Устройство и принцип действия каскадного обменника давления. Система наддува с КОД. Тепловой компрессор и генератор газов на базе КОД. Одноступенчатые агрегаты. Двухступенчатые агрегаты. Газотурбинные установки КОД. Отопительно-вентиляционные системы с КОД.

3. Моделирование рабочих процессов в каскадных трансформаторах энергии. Модель предварительного выбора параметров каскадного обменника давления. Уточненная математическая модель рабочего цикла КОД. Коэффициенты полезного действия каскадных трансформаторов энергии. Исследование особенностей рабочего процесса КОД. Особенности применения КОД в качестве агрегата наддува. Исследование характеристик работы теплоэнергетических машин на базе КОД. Тепловой компрессор и генератор газов. Газотурбинные установки КОД.

4. Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии и результаты экспериментальных исследований. Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии. Экспериментальная установка, измерительная аппаратура и оборудование. Методика проведения эксперимента. Результаты экспериментальных исследований каскадных трансформаторов энергии.

5. Перспективы использования каскадных трансформаторов энергии (КТЭ). Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообмена КДВС. Система наддува с разделенным выпуском отработавших газов. Система механического наддува с тепловым умножителем расхода. Система наддува двухтактного двигателя. Система наддува КОД с глубоким охлаждением наддувочного воздуха (СНГО КОД). Холодильные машины на базе КТЭ. Теплонасосные установки с КТЭ. Каскадный дисковый двигатель.

6. Развитие устройств и рабочих процессов волновых обменников давления. Теоретические предпосылки возможности повышения эффективности работы ВОД. Устройства интенсификации продувки напорнообменных ячеек. Устройства расширения эффективной работы ВОД. Немеханические приводы ротора ВОД.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Цель и задачи изучения дисциплины. Способы совершенствования процессов энергообмена в теплосиловых установках.	4	1
2	Каскадные трансформаторы энергии и теплоэнергетические установки на их основе	5	2
3	Моделирование рабочих процессов в каскадных трансформаторах энергии	5	2
4	Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии и результаты экспериментальных исследований	5	1

5	Перспективы использования каскадных трансформаторов энергии	4	1
6	Развитие устройств и рабочих процессов волновых обменников давления	5	1
	Итого:	28	8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Анализ существующих систем воздухообеспечения теплоэнергетических машин.	5	1
2	Компрессор каскадно-теплого сжатия. Системы наддува с компрессором КТС.	5	1
3	Отопительно-вентиляционные системы КТС.	5	2
4	Тепловой компрессор и генератор газов на базе каскадного обменника давления. Одноступенчатые и двухступенчатые агрегаты.	5	2
5	Теплонасосные установки с каскадным трансформатором энергии.	4	1
6	Газотурбинные установки с камерой сгорания каскадного типа.	4	1
	Итого:	28	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Изучение конструкции каскадного обменника давления.	4	2
2	Изучение рабочего процесса каскадного обменника давления.	5	1
3	Определение геометрических параметров каскадного обменника давления.	5	1
4	Принцип работы тепловых насосов	4	2
5	Диаграмма термодинамического цикла теплового насоса	5	1
6	Определение эксплуатационных характеристик теплового насоса и расчет параметров узловых точек цикла.	5	1
	Итого:	28	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Изучение конструкции и рабочего процесса каскадного обменника давления. Определение геометрических параметров каскадного обменника давления.	подготовка к лабораторным работам	16	25
2	Принцип работы тепловых насосов. Диаграмма термодинамического цикла теплового насоса	подготовка к лабораторным работам	16	30
3	Определение эксплуатационных характеристик теплового насоса и расчет параметров узловых точек цикла.	подготовка к лабораторным работам	22	32
4	Современные энергетические технологии	Курсовая работа	36	36
5	Перспективы использования каскадных трансформаторов энергии	подготовка к лабораторным работам	22	34

		работам		
6	Развитие устройств и рабочих процессов волновых обменников давления	подготовка к лабораторным работам	20	35
	Итого:		132	192

4.7. Курсовая работа.

Курсовая работа по тематике "Исследование принципов действия энергетических машин и расчет их термодинамических процессов». Объем расчетно-пояснительной записки – 30-60 страниц формата А4 (210х297 мм).

Планируемый объем самостоятельной работы при выполнении курсовой работы - 36 часов.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Современные энергетические технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. А. Брянцев [и др.]. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2020. - 181 с.
2. Сторчеус Ю. В. Каскадные трансформаторы энергии [Текст]: монография / Ю. В. Сторчеус; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : Ноулидж, 2013. - 199 с. - Библиогр.: с. 181-199. - 30 грн.
3. Данилейченко А.А. Исследование физической сущности процессов трансформации энергии в агрегатах непосредственного взаимодействия газозооушных сред на транспорте: Монография./ Данилейченко А.А., Брянцев М.А. // - Луганск: из-во ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля», 2023. – 216 с.: табл. 6. ил. 67. библиогр. 166 назв.
4. Отопительно-вентиляционные системы для подвижного состава на основе каскадных энергообменников [Текст]: монография / Ю. В. Сторчеус [и др.]. - Луганск : Ноулидж, 2013. - 106 с. - 20 грн.

б) дополнительная литература:

5. Крайнюк А. И. Исследования физической сущности процессов трансформации энергии на принципах каскадно-теплового сжатия [Текст]: монография / А. И. Крайнюк, Ю. В. Сторчеус; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск: Ноулідж, 2012. - 118 с. - 20 грн.
6. Волновые обменники давления в системах наддува двигателей внутреннего сгорания [Текст] : монография / А. И. Крайнюк [и др.]; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : Ноулидж, 2013. - 155 с. - 40 грн.
7. Сторчеус, Ю. В. Транспортные воздушные холодильные машины каскадного типа [Текст]: монография / Ю. В. Сторчеус, М.А.Брянцев, А.А.Данилейченко. – Луганск: изд-во «Ноулидж», 2014. – 200 с.

8. Крайнюк А. И. Системы газодинамического наддува [Текст]: монография / А. И. Крайнюк, Ю. В. Сторчеус. – Луганск: ВУГУ, 2000. – 224 с.
9. Сторчеус Ю.В. Рабочий цикл и перспективы применения каскадного дискового двигателя на железнодорожном транспорте / Ю. В. Сторчеус, А. А. Данилейченко, М. А. Брянцев, А. С. Ковтун // Иновационные технологии на ЖД транспорте: матер. IV междунар. науч.-практ. конф. (24-31 марта 2013 г., г. Париж). – Луганск, 2013. – С. 64 – 65.
10. Сторчеус Ю. В. Перспективы создания сверхкомпактного дискового двигателя каскадного типа для горнорудных производств / Ю. В. Сторчеус, Л. Г. Косоногова, С. В. Большаков // Проблемы горного дела и экологии горного производства: матер. VIII междунар. науч.-практ. конф. (25-26 апреля 2013, г. Антрацит). – Донецк, 2013. – С. 272–275.
11. Сторчеус Ю. В. Применение каскадного теплового компрессора в системе наддува дизельного двигателя / Ю. В. Сторчеус, А. С. Ковтун // Современные проблемы двигателестроения: состояние, идеи, решения: матер. V всеукраинской науч.-практ. конф. с международным участием (22-23 мая 2013, г. Первомайск). – Первомайск, ПП НУК 2013. – С.210-213.
12. Сторчеус Ю. В. Предпосылки создания многотопливного дискового двигателя для горнодобывающей отрасли Донбасса / Ю. В. Сторчеус, Л. Г. Косоногова // Problems and Prospects of Territories' Socio-Economic Development: Collections of Materials of the 2nd International Scientific Conference (April 25-29, 2013, Opole, Poland). – Berdyansk: Publishing Tkachuk, 2013. – p. 52–54.
13. Сторчеус Ю. В. Использование принципов каскадного энергообмена для снижения себестоимости получения сжатого воздуха на транспорте / Ю. В. Сторчеус, А. С. Ковтун // Материали IV-й Междунар научно-практической конференции «Проблемы развития транспортных систем и логистики», г. Евпатория, 14-16 мая 2013 г.: сборник науч работ ВНУ им.В.Даля. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2013. – С. 146 – 148.
14. Сторчеус Ю. В. Повышение экологической безопасности холодильно-теплонасосных систем использованием принципов каскадного энергообмена / Ю. В. Сторчеус, М. А. Брянцев // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве: труды Всерос. конф. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. – С. 254-255.
15. Сторчеус Ю. В Исследование рабочего процесса дискового двигателя реактивного вращения на базе каскадного трансформатора энергии / Ю. В. Сторчеус, М. А. Брянцев, М. В. Максимов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XI междунар. науч.-тех. конф. – Минск: БНТУ, 2013. – т. 2. – С. 69.
16. Дружинин, А. М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания. Цилиндропоршневая группа нового поколения : учебное пособие / А. М. Дружинин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-1328-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2095079> (дата обращения: 01.02.2024).
17. <http://base.uipv.org/searchINV/> База поиска патентов Украины, (поиск по фамилиям Крайнюк А.И., Сторчеус Ю.В., Данилейченко А.А.)

в) методические указания:

16. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Современные энергетические технологии» (для студентов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания», специальность 13.04.03) /Сост.: А.А.Данилейченко. - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2018.- 86 с.
17. Методические указания к лабораторным занятиям 1-3 по дисциплине «Современные энергетические технологии» [Электронный ресурс] : для студ., обуч. по напр. подготовки 13.04.03 – Энергетическое машиностроение / сост. А. С. Ковтун. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 18 с.
18. Методические указания к лабораторным занятиям 4-6 по дисциплине «Современные энергетические технологии» [Электронный ресурс] : для студ., обуч. по напр. подготовки 13.04.03 – Энергетическое машиностроение / сост.: А. С. Ковтун, А. А. Данилейченко. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 30 с.
19. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Современные энергетические технологии» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение» (магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания») / сост.: А. А. Данилейченк. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 10 с.
20. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Современные энергетические технологии» для студентов направления подготовки

13.04.03.«Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост.: И. П. Васильев, А. А. Данилейченко. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 10 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов.

Лабораторные работы: лаборатория ДВС, оснащенная специализированными лабораторными стендами (Стенд «Всетин» с ДВС, стенды с дизелями 5Д2, 6ЧН12/14, 1Ч12/14, 5Д4, стенд СДТА, стенд «Motorpal», стенд с ДВС 4ЧН8,5/11 с волновым обменником давления, наглядное пособие двигатель ТВЗ-117 и СПГТ, лабораторные стенды 1, 2, 3, 4 по теплотехнике, лабораторное контрольно-измерительное оборудование, наглядные пособия), плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php

Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Современные энергетические технологии»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Базовый	знать теории и практики конструирования перспективных систем наддува комбинированных двигателей, отопительно-вентиляционных систем, газотурбинных установок, систем смесеобразования, холодильных машин, теплонасосных установок, дискового двигателя на базе волновых и каскадных обменников давления
Основной		Повышенный	уметь самостоятельно оценивать перспективность предлагаемых технических решений в процессе развития ДВС, разрабатывать мероприятия по использованию имеющихся энергоисточников в ДВС. Изыскивать возможности использования возобновляемых источников энергии
Заключительный		Высокий	владеть навыками использования имеющихся энергоисточников в ДВС и в окружающей среде с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей установок в условиях ограничений

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного	УК-1.1. Демонстрирует знание стратегии действий, умение ее применить,	Тема 1 Цель и задачи изучения дисциплины. Способы совершенствования процессов энергообмена в теплосиловых	Начальный, основной, заключительный 3

		подхода, вырабатывать стратегию действий	навыки выявления и решения проблемной ситуации.	установках. Тема 2 Каскадные трансформаторы энергии и теплоэнергетические установки на их основе. Тема 3 Моделирование рабочих процессов в каскадных трансформаторах энергии. Тема 4 Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии и результаты экспериментальных исследований. Тема 5 Перспективы использования каскадных трансформаторов энергии. Тема 6 Развитие устройств и рабочих процессов волновых обменников давления.	
--	--	--	---	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контрольной компетенции	Индикаторы достижений компетенции реализуемой дисциплине) (по	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	УК-1	УК-1.1. Демонстрирует знание стратегии действий, умение ее применить, навыки выявления и решения проблемной ситуации.	знать теории и практики конструирования перспективных систем наддува комбинированных двигателей, отопительно-вентиляционных систем, газотурбинных установок, систем смесеобразования, холодильных машин, теплонасосных установок, дискового двигателя на базе волновых и каскадных обменников давления; уметь самостоятельно оценивать перспективность предлагаемых технических решений в процессе развития ДВС, разрабатывать мероприятия по использованию имеющихся энергоисточников в ДВС. Изыскивать возможности использования возобновляемых	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Практическая работа, лабораторная работа, курсовая работа, контрольная работа

			источников энергии; владеть навыками использования имеющихся энергоисточников в ДВС и в окружающей среде с целью достижения прогрессивных экономических и экологических показателей установок в условиях ограничений		
--	--	--	--	--	--

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

УК-1.Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Демонстрирует знание стратегии действий, умение ее применить, навыки выявления и решения проблемной ситуации.
---	---

образовательной программы 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Современные энергетические технологии»

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

С чем связано применение систем турбонаддува?

- 1) с увеличением мощности и крутящего момента.
- 2) с повышением топливной экономичности.
- 3) с улучшением экологических показателей.
- 4) с компактностью и снижением массы двигателя.
- 5) с использованием энергии выхлопных газов.

Ответ: 12345

Обоснование: турбонаддув позволяет увеличить количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, что, в свою очередь, увеличивает мощность и крутящий момент без необходимости увеличения рабочего объема двигателя; за счет более полного сгорания топлива, турбонаддув способствует повышению топливной экономичности; турбонаддув помогает снизить выбросы вредных веществ, таких как CO₂, благодаря более эффективному сгоранию топлива; турбированные двигатели могут быть меньшего объема и массы, что позволяет снизить общий вес автомобиля без потери мощности; турбокомпрессоры используют энергию выхлопных газов для нагнетания воздуха, что делает их более эффективными по сравнению с приводными нагнетателями.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что препятствует массовому производству турбокомпрессоров с изменяемой геометрией на двигателях малой и средней мощности?

- 1) сложность конструкции.
- 2) невысокая надежность существующих исполнительных механизмов.
- 3) трудности регулирования лопаток соплового аппарата турбины и компрессора в условиях нагароотложений и высоких тепловых нагрузок.

4) регулирование турбонаддува любым из способов не устраняет запаздывания реакции турбокомпрессора на переходных режимах.

5) нет правильных ответов

Ответ: 1234

Обоснование: сложность конструкций и невысокая надежность существующих исполнительных механизмов, трудности регулирования лопаток соплового аппарата турбины и компрессора в условиях нагароотложений и высоких тепловых нагрузок, регулирование турбонаддува любым из способов не устраняет запаздывания реакции турбокомпрессора на переходных режимах, что связано с высокой инерцией вращения ротора.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Как реализуется качественный способ регулирования турбонаддува?

- 1) регулированием соплового аппарата турбины
- 2) регулированием направляющего аппарата компрессора
- 3) регулированием лопаточного диффузора компрессора
- 4) компьютерным управлением для полной оптимизации расходных характеристик по выбранным критериям
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: качественный способ регулирования наддува реализуется при использовании турбокомпрессора с изменяемой геометрией, где оптимизация расходных характеристик достигается путем одновременного регулирования соплового аппарата турбины и направляющего аппарата или лопаточного диффузора компрессора. Компьютерное управление рассматривается как единственный способ обеспечения полной оптимизации расходных характеристик по выбранным критериям при заданных ограничениях.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какими путями может осуществляться количественный способ регулирования турбонаддува, заключающийся в изменении расхода воздуха или газа через проточную часть турбоагрегата?

- 1) перепуск части сжатого в компрессоре воздуха в атмосферу.
- 2) перепуска сжатого в компрессоре воздуха на вход в турбину.
- 3) перепуск газов на выход турбины.
- 4) регулируемые направляющие аппараты, изменяют угол атаки лопаток турбины, что позволяет регулировать количество выхлопных газов, проходящих через турбину.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1234

Обоснование: перепуск части сжатого в компрессоре воздуха в атмосферу, характеризуется безвозвратными потерями энергии с перепускаемой частью воздуха и снижением КПД турбокомпрессора на режимах полных нагрузок. Перепуск воздуха на вход в турбину позволяет отодвинуть границу помпажа компрессора и снизить теплонапряженность турбины, что в то же время предполагает ее переразмеренность. Перепуск газов на выход турбины обеспечивает улучшение работы дизеля на режимах разгона, что особенно важно для автотранспортных дизелей. Регулируемые направляющие аппараты, изменяют угол атаки лопаток турбины, что позволяет регулировать количество выхлопных газов, проходящих через турбину.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие недостатки свойственны системам турбонаддува?

- 1) чувствительность степени повышения давления к расходу рабочей среды и частоте вращения ротора
- 2) интенсивное падение давления наддува при понижении частоты вращения коленчатого вала двигателя
- 3) высокая инерция вращения ротора турбокомпрессора ухудшающая качество переходных процессов комбинированного двигателя
- 4) заметно уступающая показателям безнаддувного двигателя аналогичной номинальной мощности приемистость и приспособляемость двигателей с турбонаддувом
- 5) все ответы верны.

Ответ: 5

Обоснование: 1234

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой этап лишний в процессе замещения в рабочем цикле компрессора теплового сжатия?

- 1) повышение давления в ячейке с предварительно сжатым рабочим телом до максимального давления цикла;
- 2) вытеснение из ячейки сжатого рабочего тела с максимальным давлением и температурой конца предварительного сжатия T_c
- 3) проталкивание части рабочего тела через теплообменник, где и осуществляется ее подогрев до T_z (подвод теплоты)
- 4) отвод части рабочего тела к потребителю из участка вытеснительной магистрали расположенного за теплообменником с максимальным давлением P_z и температурой T_z цикла КТС
- 5) отвод части рабочего тела к потребителю из участка вытеснительной магистрали расположенного перед теплообменником с максимальным давлением P_z и температурой конца предварительного сжатия T_c цикла КТС

Ответ: 4

Обоснование: в компрессоре отвод рабочего тела происходит до теплообменника с максимальным давлением P_z и температурой конца предварительного сжатия T_c , в генераторе КТС после теплообменника с максимальными P_z и T_z

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Выберите положительные свойства присущие волновому обменнику давления (ВОД).

- 1) обеспечение повышенного давления наддува по сравнению с системами турбонаддува в области низких частот вращения коленчатого вала и высокие динамические характеристики транспортной установки ввиду быстрого, в течение нескольких мс, роста давления наддува до максимального значения
- 2) существенно более низкая частота вращения ротора обменников допускает менее жесткие требования к точности его изготовления и балансировки
- 3) самоохлаждающая способность ротора, возможность осуществления рециркуляции отработавших газов позволяющая снизить эмиссию окислов азота

4) смещение в область пониженных частот вращения коленчатого вала зон экономичных режимов работы ДВС с ВОД и максимального крутящего момента. В этих зонах расход топлива примерно на 10% меньше, чем в дизеле с турбонаддувом, а при движении автомобиля по “городскому циклу” весьма существенная экономия топлива от 20 до 35%

5) все ответы правильные

Ответ: 5

Обоснование: 1234 свойства присущие волновому обменнику давления

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие факторы влияют на работоспособность ВОД?

1) нарушение условий продувки ячеек ротора ВОД является одной из основных причин потери работоспособности обменника или существенного ухудшения показателей его работы на нерасчетных режимах.

2) отклонение частоты вращения ротора или параметров сред в окнах высокого давления от расчетных значений приводит к ухудшению показателей работы из-за рассогласования фаз движения волн

3) несоответствие частоты вращения ротора угловым смещениям передних кромок оппозитных окон

4) зазор между ротором и статором критически важен для предотвращения утечек, износа и повышения эффективности

5) все ответы правильные.

Ответ: 5

Обоснование: 1234 факторы влияют на работоспособность ВОД

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность рабочего цикла в ячейке ротора компрессора каскадно-теплового сжатия (КТС).

1) процесс сжатия при движении ячейки от окна подвода низкого давления (ПНД) до момента ее совмещения с окном подвода высокого давления (ПВД), сопровождающийся ступенчатым повышением давления в ячейке, вследствие подвода части рабочего тела от смежных ячеек ротора через каналы статора

2) процесс замещения, включающий 3 этапа: этап а) повышение давления в ячейке с предварительно сжатым рабочим телом до максимального давления цикла, в период ее подключения к окнам ПВД отвода высокого давления (ОВД); этап б) одновременное вытеснение из ячейки сжатого рабочего тела с максимальным давлением и температурой конца предварительного сжатия T_c и проталкивание части рабочего тела (оставшейся после отвода к потребителю) через теплообменник, где и осуществляется его подогрев (подвод теплоты).

3) этап в) процесса замещения - после повышения давления в ячейке до максимального часть сжатого рабочего тела отводится из вытеснительной магистрали к потребителю с максимальным давлением цикла КТС

4) процесс продувки (отвод теплоты) ячейки свежим воздухом в период ее сообщения с продувочными окнами ПНД и отвода низкого давления (ОНД) путем проталкивания свежего заряда центробежными силами через ячейки. Далее цикл возобновляется

5) процесс расширения, в результате отвода части рабочего тела через каналы статора в смежные ячейки ротора

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность действий при внедрении новых технологий.

- 1) проведение энергетического аудита для выявления текущих потребностей и возможностей для улучшения
- 2) определение наиболее подходящих технологий
- 3) разработка проекта внедрения выбранных технологий
- 4) монтаж оборудования выбранных технологий
- 5) проведение тестирования установленных систем для проверки их работоспособности и эффективности

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность исследования альтернативных видов топлива для ДВС.

- 1) Проведение экспериментальных испытаний на стендах и в реальных условиях эксплуатации.
- 2) Оценка доступности, стоимости и экологических преимуществ каждого вида топлива.
- 3) Проведение лабораторных испытаний для оценки физических и химических свойств альтернативных топлив.
- 4) Использование компьютерного моделирования для анализа рабочих процессов двигателя с альтернативными видами топлива.
- 5) Определение целей исследования, таких как снижение выбросов, улучшение экономичности или повышение мощности.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

5	2	3	4	1
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность выработки энергии в солнечной электростанции на фотоэлементах.

- 1) с аккумулятора электрическая энергия поступает в инвертор
- 2) солнечный свет преобразуется фотоэлементами в электрическую энергию постоянного тока
- 3) в инверторе преобразуется постоянный ток в переменный
- 4) электрическая энергия постоянного тока подается на аккумулятор с контроллером заряда
- 5) полученный переменный ток в инверторе поступает к потребителям

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

2	4	1	3	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия

повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие описания современных энергетических технологий в двигателестроении.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Электрификация и гибридные системы	1	Исследования и разработки в области использования водорода, биотоплива и синтетических топлив
Б	Альтернативные виды топлива	2	Внедрение электрических и гибридных двигателей позволяет значительно снизить выбросы углекислого газа и повысить топливную эффективность
В	Умные системы управления двигателем	3	Использование 3D-печати для производства компонентов двигателей позволяет создавать более легкие и прочные детали, что улучшает общую производительность и снижает расход топлива
Г	Новые материалы	4	Внедрение интеллектуальных систем управления двигателями позволяет оптимизировать их работу, улучшая эффективность и снижая выбросы
		5	Использование новых материалов, таких как композиты и сплавы, позволяет создавать более легкие и прочные двигатели, что способствует снижению расхода топлива и увеличению долговечности

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определения газодинамических функций

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	$\pi(\lambda)$ - относительное давление	1	$\frac{T}{T_0} = 1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2$
Б	$\tau(\lambda)$ - относительная температура	2	$\frac{p}{p_0} = \left(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2\right)^{\frac{k}{k-1}}$
В	$\varepsilon(\lambda)$ - относительная плотность	3	$2 \frac{J}{J_*} = \lambda + \frac{1}{\lambda}$
Г	$q(\lambda)$ - приведенная массовая скорость	4	$\frac{\rho}{\rho_0} = \left(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2\right)^{\frac{1}{k-1}}$
		5	$\left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{1}{k-1}} \lambda \left(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2\right)^{\frac{1}{k-1}}$

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание на установление соответствия повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений КПД компрессора.

Каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Изотермический КПД	1	Это отношение полезной работы, выполненной компрессором, к

			общей работе, затраченной на его привод, учитывает потери на трение и другие механические потери в системе
Б	Адиабатический КПД	2	Это отношение работы, затраченной на изотермическое сжатие газа, к фактической работе, затраченной на сжатие. Изотермическое сжатие происходит при постоянной температуре, что является идеализированным процессом.
В	Политропический КПД	3	Это отношение работы, затраченной на политропическое сжатие газа, к фактической работе, затраченной на сжатие. Политропическое сжатие учитывает реальные условия, при которых происходит теплообмен с окружающей средой.
Г	Механический КПД	4	Это отношение работы, затраченной на адиабатическое сжатие газа, к фактической работе, затраченной на сжатие. Адиабатическое сжатие происходит без теплообмена с окружающей средой.
		5	Это отношение работы, выполненной компрессором при использовании волновых процессов для сжатия газа, к фактической работе, затраченной на сжатие.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

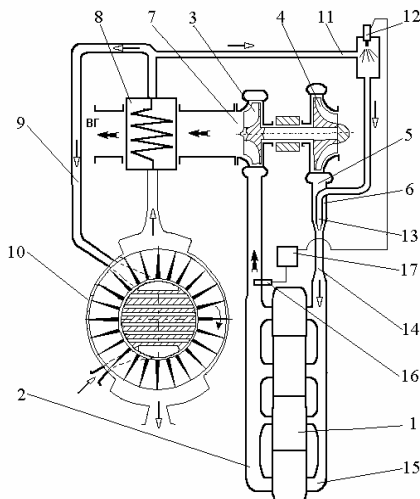
В чем проявляется привлекательность комбинированного цикла газотурбинной установки каскадно-теплового сжатия?

Ответ (решение): Привлекательность комбинированного цикла ГТУ КТС проявляется в возможности совмещения в агрегате КТС функций ступени сжатия рабочего тела и устройства подвода теплоты. При этом сжатие рабочего тела в КТС осуществляется не за счет отвлечения части механической энергии турбины, а в результате преобразования тепловой энергии в процессе каскадного теплообмена в ячейках ротора КТС. Известное с точки зрения термического КПД, преимущество цикла ГТУ с изохорным подводом теплоты реализуется без применения усложняющих конструкцию дискретно управляемых запорных органов камеры сгорания (клапанов).

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.



Опишите систему комбинированного смесеобразования с агрегатом КТС

Ответ (решение): В системе комбинированного смесеобразования с агрегатом КТС внешнее смесеобразование осуществляется в камере смешения эжектора, в котором в качестве активного потока используется воздух, нагнетаемый агрегатом КТС. Впрыск топлива осуществляется через форсунку непосредственно в высокотемпературный поток подаваемого агрегатом КТС воздуха, где и происходит его предварительное распыление, испарение и смешение с воздухом. Окончательное перемешивание и гомогенизация топливовоздушной смеси с потоком воздуха из пассивного сопла происходит в камере смешения эжектора. При этом ввиду скрытой теплоты парообразования испарение первичного топлива сопровождается определенным снижением температуры активного потока на входе в эжектор. Поскольку испарение первичного топлива осуществляется в локальном потоке подогретого воздуха необходимый для испарения топлива подогрев среды впрыска не оказывает существенного влияния на среднюю температуру воздушного заряда на впуске в цилиндрах двигателя

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Как конструктивно выполняется волновой трансформатор энергии (ВТЭ)?

Ответ (решение): Конструктивно волновой трансформатор энергии выполняется в виде волнового обменника давления с двумя выпускными трактами: первым, для выпуска газа повышенного давления к потребителю энергии, и вторым - для отвода газа пониженного давления от обменника. Отличительной особенностью устройства ВТЭ является отсутствие тракта подвода свежего воздуха.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какой принцип лежит в основе рабочих процессов обменников давления?

Ответ (решение): В основе рабочих процессов обменников давления используемых в системе наддува ДВС лежит контактный обмен энергией между отработавшими газами и сжимаемым воздухом без использования механических преобразователей в виде поршней, лопаток или других вытеснителей. В отличие от турбокомпрессорных машин, где сжатие и расширение сред осуществляется в отдельных агрегатах, в волновом обменнике оба процесса объединены и происходят в проточном объеме одного ротора. Волны давления и разрежения возникают при подключении ячеек ротора к окнам статора. Затраты мощности на привод ротора с осевыми ячейками незначительны, поскольку расходуются только на преодоление сил механического трения в подшипниковом узле и сопротивления воздуха.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Реализуемый в ВОД принцип волнового обмена энергии раскрывает возможность создания компактных волновых трансформаторов энергии (ВТЭ). Какое основное назначение волнового трансформатора энергии?

Ответ (решение): Основное назначение волнового трансформатора энергии - преобразование потока низкопотенциального отработавшего газа в меньший по расходу поток более высокого энергетического потенциала с целью дальнейшего использования последнего в силовой турбине или в турбине привода компрессора.

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	52341	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	24135	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Привлекательность комбинированного цикла ГТУ КТС проявляется в возможности совмещения в агрегате КТС функций ступени сжатия рабочего тела и устройства подвода теплоты. При этом сжатие рабочего тела в КТС осуществляется не за счет отвлечения части механической энергии турбины, а в результате преобразования тепловой энергии в процессе каскадного тепломассообмена в ячейках ротора КТС. Известное с точки зрения термического КПД, преимущество цикла ГТУ с изохорным подводом теплоты реализуется без применения усложняющих конструкцию дискретно управляемых запорных органов камеры сгорания (клапанов).	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
17.	В системе комбинированного смесеобразования с агрегатом КТС внешнее смесеобразование осуществляется в камере смешения эжектора, в котором в качестве активного потока используется воздух, нагнетаемый агрегатом КТС. Впрыск топлива осуществляется через форсунку непосредственно в высокотемпературный поток подаваемого агрегатом КТС воздуха, где и происходит его предварительное распыление, испарение и смешение с воздухом.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

	Окончательное перемешивание и гомогенизация топливовоздушной смеси с потоком воздуха из пассивного сопла происходит в камере смешения эжектора. При этом ввиду скрытой теплоты парообразования испарение первичного топлива сопровождается определенным снижением температуры активного потока на входе в эжектор. Поскольку испарение первичного топлива осуществляется в локальном потоке подогретого воздуха необходимый для испарения топлива подогрев среды впрыска не оказывает существенного влияния на среднюю температуру воздушного заряда на впуске в цилиндрах двигателя	
18.	Конструктивно волновой трансформатор энергии выполняется в виде волнового обменника давления с двумя выпускными трактами: первым, для выпуска газа повышенного давления к потребителю энергии, и вторым - для отвода газа пониженного давления от обменника. Отличительной особенностью устройства ВТЭ является отсутствие тракта подвода свежего воздуха.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
19.	В основе рабочих процессов обменников давления используемых в системе наддува ДВС лежит контактный обмен энергией между отработавшими газами и сжимаемым воздухом без использования механических преобразователей в виде поршней, лопаток или других вытеснителей. В отличие от турбокомпрессорных машин, где сжатие и расширение сред осуществляется в отдельных агрегатах, в волновом обменнике оба процесса объединены и происходят в проточном объеме одного ротора. Волны давления и разрежения возникают при подключении ячеек ротора к окнам статора. Затраты мощности на привод ротора с осевыми ячейками незначительны, поскольку расходуются только на преодоление сил механического трения в подшипниковом узле и сопротивления воздуха.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
20.	Основное назначение волнового трансформатора энергии - преобразование потока низкопотенциального отработавшего газа в меньший по расходу поток более высокого энергетического потенциала с целью дальнейшего использования последнего в силовой турбине или в турбине привода компрессора.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Выберите описание характеристик наддува приводного объемного нагнетателя типа Рутс.

- 1) обеспечивает неизменно высокое давление наддува во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя в сравнении с ВОД и турбонаддувом.
- 2) улучшает тяговые и динамические характеристики транспортной установки.
- 3) на режимах малых нагрузок, где необходимость высоконапорного наддува поршневой части двигателя отсутствует, доля затрат мощности на привод нагнетателя резко возрастает.
- 4) большие затраты механической энергии на привод нагнетателя на всех нагрузках.
- 5) низкий КПД силовой установки с приводным нагнетателем на режимах малых нагрузок.

Ответ: 12345

Обоснование: все описание характеристик наддува относится к приводному объемному нагнетателю Рутс.

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие недостатки присущи волновому обменнику давления типа “Comprex” на данном этапе его развития?

- 1) повышение подогрева наддувочного воздуха до температуры 160...180°C.
- 2) чувствительность к гидравлическим сопротивлениям газоздушных трактов низкого давления.
- 3) относительно высокий уровень излучаемого шума.
- 4) необходимость использования дополнительного клапана, обеспечивающего доступ воздуха к цилиндрам ДВС в период пуска.
- 5) большая, по сравнению с системой турбонаддува, громоздкость системы наддува с ВОД.

Ответ: 12345

Обоснование: в пунктах 12345 указаны все недостатки обменника давления

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Из каких процессов состоит рабочий цикл компрессора каскадно-теплого сжатия (КТС)?

- 1) процесс сжатия.
- 2) процесс замещения.
- 3) нет правильного ответа
- 4) процесс расширения.
- 5) процесс продувки.

Ответ: 1245

Обоснование: Рабочий цикл компрессора каскадно-теплого сжатия состоит из процессов сжатия, подвод теплоты совмещенного с отводом рабочего тела к потребителю, расширения, продувки

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 4.

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие этапы включает процесс замещения в рабочем цикле компрессора теплового сжатия?

- 1) повышение давления в ячейке с предварительно сжатым рабочим телом до максимального давления цикла.
- 2) вытеснение из ячейки сжатого рабочего тела с максимальным давлением и температурой конца предварительного сжатия T_c .
- 3) проталкивание части рабочего тела через теплообменник, где и осуществляется ее подогрев (подвод теплоты).
- 4) отвод части рабочего тела к потребителю из участка вытеснительной магистрали расположенного перед теплообменником с максимальным давлением P_z и температурой конца предварительного сжатия T_c цикла КТС.
- 5) процесс расширения, в результате отвода части рабочего тела через каналы статора в смежные ячейки ротора

Ответ: 1234

Обоснование: процесс расширения не входит в процесс замещения

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Трансформаторами тепла называются системы, в которых осуществляется..

- 1) отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой.
- 2) подвод энергии в форме тепла к объекту с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой
- 3) отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой
- 4) подвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1

Обоснование: Трансформаторами тепла называются системы, в которых осуществляется отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В каком устройстве используемом в системе наддува ДВС в основе рабочего процесса лежит контактный обмен энергией между отработавшими газами и сжимаемым воздухом без использования механических преобразователей в виде поршней, лопаток или других вытеснителей?

- 1) поршневом нагнетателе
- 2) волновом обменнике давления.
- 3) турбокомпрессоре
- 4) нагнетателе типа Рутс
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 2

Обоснование: В основе рабочих процессов обменников давления используемых в системе наддува ДВС лежит контактный обмен энергией между отработавшими газами и сжимаемым

воздухом без использования механических преобразователей в виде поршней, лопаток или других вытеснителей.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие элементы содержит типичная конструкция каскадного обменника давления?

- 1) ротор с продольными напорообменными ячейками
- 2) первую торцевую крышку с расположенными массообменными каналами, а также окнами подвода и отвода сжимающего газа
- 3) вторую торцевую крышку с другой стороны ротора с окнами подвода и отвода сжимаемого воздуха
- 4) все перечисленные элементы.
- 5) статор

Ответ: 4

Обоснование: 1235 все перечисленные элементы

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В следствии чего происходит изменение давления рабочего тела в машинах объемного действия?

- 1) изменения объёма в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины.
- 2) изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины
- 3) изменения объёма в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины
- 4) изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины
- 5) все ответы правильные.

Ответ: 1

Обоснование: машинах объемного действия изменение давления рабочего тела происходит в следствии изменения объёма в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность работы каскадного обменника давления.

- 1) При вращении ротора каждая из ячеек с предварительно сжатым воздухом сообщается с окнами подвода и отвода высокого давления ОВД, в результате, сжимающий газ, поступая в ячейку, вытесняет из нее предварительно сжатый воздух к потребителю.
- 2) После разобщения с окнами высокого давления сохранившееся в ячейке давление сжимающего газа расходуется на предварительное сжатие воздуха в ячейках последовательно сообщаемых с каналами статора через которые часть сжатого газа отводится в смежные относительно этих каналов ячейки, сжимая находящийся в них воздух. Вследствие этого по мере приближения к окну низкого давления остаточное давление в ячейке постепенно снижается.

3) При подключении ячейки к окнам низкого давления ячейка продувается воздухом за счет избыточного давления поддерживаемым вентилятором.

4) далее цикл возобновляется.

5) При дальнейшем вращении ротора ячейка последовательно сообщается с каналами статора, через которые обеспечивается подвод рабочего тела из смежных ячеек, что сопровождается ступенчатым повышением давления в ней до давления предварительного сжатия.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите по шагам как нужно действовать при внедрении новых технологий?

- 1) Оценить текущее состояние оборудования
- 2) Выбрать новые технологии
- 3) Спроектировать и спланировать выбранные технологии
- 4) Тестировать и настроить выбранные технологии
- 5) Произвести монтаж оборудования выбранных технологий

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность рабочего цикла в ячейке ротора генератора каскадно-теплового сжатия (КТС).

- 1) процесс сжатия при движении ячейки от окна подвода низкого давления (ПНД) до момента ее совмещения с окном подвода высокого давления (ПВД), сопровождающийся ступенчатым повышением давления в ячейке, вследствие подвода части рабочего тела от смежных ячеек ротора через каналы статора
- 2) процесс замещения, включающий 3 этапа: этап а) повышение давления в ячейке с предварительно сжатым рабочим телом до максимального давления цикла, в период ее подключения к окнам ПВД отвода высокого давления (ОВД); этап б) одновременное вытеснение из ячейки сжатого рабочего тела с максимальным давлением и температурой конца предварительного сжатия T_c и проталкивание всего рабочего тела через теплообменник, где и осуществляется его подогрев (подвод теплоты).
- 3) этап в) процесса замещения - после повышения давления и температуры в ячейке до максимальных значений часть рабочего тела отводится из участка вытеснительной магистрали за теплообменником к потребителю с максимальным давлением и температурой цикла КТС
- 4) процесс продувки (отвод теплоты) ячейки свежим воздухом в период ее сообщения с продувочными окнами ПНД и отвода низкого давления (ОНД) путем проталкивания свежего заряда центробежными силами через ячейки. Далее цикл возобновляется
- 5) процесс расширения, в результате отвода части рабочего тела через каналы статора в смежные ячейки ротора

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность работы теплового насоса с компрессором?

- 1) Первоначально электродвигатель приводит в действие компрессор, который сжимает хладагент, увеличивая его температуру и давление.
- 2) Затем горячий хладагент проходит через конденсатор, где он отдает тепло в окружающую среду (например, в систему отопления), охлаждаясь и конденсируясь.
- 3) Далее хладагент проходит через расширительный клапан, где его давление и температура снижаются.
- 4) Рабочий цикл повторяется
- 5) В конечном итоге охлажденный хладагент проходит через испаритель, где он поглощает тепло из окружающей среды (например, из воздуха или земли), испаряясь и возвращаясь в компрессор.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений газодинамических функций

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	$\pi(\lambda)$ - относительное давление	1	отношение абсолютной температуры T изоэнтропно движущегося газа в данном сечении к температуре торможения T_0 .
Б	$\tau(\lambda)$ - относительная температура	2	отношение статического давления изоэнтропно движущегося газа в данном сечении к давлению торможения.
В	$\varepsilon(\lambda)$ - относительная плотность	3	представляет удвоенное отношение полного импульса изоэнтропного потока в произвольном сечении к его значению в критическом сечении.
Г	$q(\lambda)$ - приведенная массовая скорость	4	отношение плотности ρ изоэнтропно движущегося потока в данном сечении к плотности ρ_0 заторможенного потока
		5	отношение массовой скорости $\omega\rho$ (кгг/²с) изоэнтропно движущегося потока в данном сечении к массовой скорости этого потока $a\rho$ (кгг/²с), в критическом сечении или отношение площадей критического сечения потока и данного сечения: f_*/f .

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между способами улучшения энергоиспользования в двигателях внутреннего сгорания и их содержанием.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Совершенствование	1	Использование тепловой энергии выпускных газов для подогрева

	впрыска топлива		воздуха или топлива перед подачей в цилиндры. Это позволяет повысить общую тепловую эффективность двигателя.
Б	Рекуперация тепла	2	Оптимизация процесса впрыска топлива позволяет улучшить смесеобразование и сгорание, что повышает эффективность двигателя и снижает выбросы
В	Турбонаддув	3	Внедрение систем, которые автоматически регулируют параметры работы двигателя в зависимости от условий эксплуатации, позволяет оптимизировать его работу и снизить расход топлива
Г	Интеллектуальные системы управления	4	Использование новых материалов: Легкие и прочные материалы, такие как композиты и сплавы, позволяют снизить массу двигателя и уменьшить потери на трение, что повышает его эффективность
		5	Применение турбокомпрессоров для увеличения количества воздуха, поступающего в цилиндры, что улучшает сгорание топлива и повышает мощность двигателя при том же расходе топлива.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание на установление соответствия повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между способами улучшения энергоиспользования в промышленности и их содержанием.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Энергоэффективные устройства и оборудование	1	Внедрение систем энергоменеджмента, которые позволяют мониторить и анализировать потребление энергии, выявлять неэффективные участки и принимать меры для их оптимизации.
Б	Автоматизация и умные системы управления	2	Использование современных приборов и оборудования с высоким КПД, таких как светодиодные лампы, энергоэффективные кондиционеры и бытовая техника
В	Теплоизоляция и энергосберегающие материалы	3	Улучшение теплоизоляции зданий и использование энергосберегающих материалов, таких как двойные стеклопакеты и утеплители, помогает снизить потери тепла и уменьшить затраты на отопление и охлаждение.
Г	Энергоменеджмент	4	Внедрение систем автоматизации и интеллектуальных систем управления, которые оптимизируют потребление энергии в зависимости от текущих потребностей и времени дня.
		5	Возобновляемые источники энергии: Интеграция солнечных панелей, ветряных турбин и других возобновляемых источников энергии позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии и уменьшить углеродный след.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что такое эксергия?

Ответ (решение): Эксергия — это величина, характеризующая максимальную полезную работу, которую может совершить термодинамическая система при переходе из данного состояния в состояние равновесия с окружающей средой. Эксергия показывает, сколько энергии можно реально использовать для выполнения работы, учитывая неизбежные потери.

Это понятие важно для оценки эффективности различных энергетических процессов и систем. Применение эксергии очень удобно и полезно для определения термодинамического совершенства любых тепловых аппаратов и их отдельных частей.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что такое анергия?

Ответ (решение): Анергия — это часть внутренней энергии системы, которая не может быть преобразована в эксергию. Это та часть энергии, которая не может быть использована для выполнения полезной работы

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

В чем принципиальное отличие рабочих процессов каскадного и волнового обменников давления?

Ответ (решение): Принципиальное отличие рабочих процессов каскадного и волнового обменников давления заключается в механизме сжатия рабочего тела. В КОД сжатие рабочего тела осуществляется через многоступенчатые процессы массообмена, без образования волн большой интенсивности, что позволяет достичь сжатия в условно статических условиях. В ВОД сжатие рабочего тела происходит за счет образования и распространения волн давления, которые создают интенсивные процессы сжатия, что позволяет быстро и эффективно изменять давление рабочего тела. Таким образом, основное различие заключается в том, что КОД использует каскадные процессы массообмена, а ВОД — волновые процессы для достижения сжатия.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что представляет собой гибридный автомобиль?

Ответ (решение): Гибридный автомобиль — это система, которая сочетает в себе традиционный двигатель внутреннего сгорания (бензиновый или дизельный) и электромотор. Такая комбинация позволяет использовать преимущества обоих типов двигателей для повышения общей эффективности и снижения выбросов.

Основные типы гибридных систем включают: Микрогибриды - автомобили имеющие систему “старт-стоп”, которая отключает двигатель при остановке и запускает его при трогании, что помогает экономить топливо. Мягкие гибриды (в таких системах используется стартер-генератор, который помогает двигателю внутреннего сгорания при разгоне и рекуперировывает энергию при торможении). Полные гибриды (эти автомобили могут работать как на одном двигателе (ДВС или электромоторе), так и на обоих одновременно. Они способны передвигаться на короткие расстояния только на электротяге). Подключаемые гибриды имеют более мощные батареи, которые можно заряжать от внешнего источника. Они способны проезжать значительные расстояния на электротяге, прежде чем включится ДВС

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Под действием каких сил осуществляется сжатие рабочего тела в компрессоре каскадно-теплого сжатия?

Ответ (решение): Сжатие рабочего тела в компрессоре каскадно-теплого сжатия осуществляется не только под действием центробежных сил вращения ротора, но и, главным образом, благодаря тепломассобменным процессам в ячейках ротора на участках расширения и сжатия. Энергетическим источником как замещения воздуха в ячейках, так и продувки является центробежная сила, а также, в меньшей степени, волновой продувочный импульс, формируемый в проточной части ячейки при соответствующей «настройке» фаз ее подключения к окнам подвода и отвода воздуха.

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	1245	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Эксергия - это величина, характеризующая максимальную полезную работу, которую может совершить термодинамическая система при переходе из данного состояния в состояние равновесия с окружающей средой. Эксергия показывает, сколько энергии можно реально использовать для выполнения работы, учитывая неизбежные потери. Это понятие важно для оценки эффективности различных энергетических процессов и систем. Применение эксергии очень удобно	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

	и полезно для определения термодинамического совершенства любых тепловых аппаратов и их отдельных частей.	
17.	Анергия - это часть внутренней энергии системы, которая не может быть преобразована в эксергию. Это та часть энергии, которая не может быть использована для выполнения полезной работы	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
18.	Принципиальное отличие рабочих процессов каскадного и волнового обменников давления заключается в механизме сжатия рабочего тела. В КОД сжатие рабочего тела осуществляется через многоступенчатые процессы массообмена, без образования волн большой интенсивности, что позволяет достичь сжатия в условно статических условиях. В ВОД сжатие рабочего тела происходит за счет образования и распространения волн давления, которые создают интенсивные процессы сжатия, что позволяет быстро и эффективно изменять давление рабочего тела. Таким образом, основное различие заключается в том, что КОД использует каскадные процессы массообмена, а ВОД - волновые процессы для достижения сжатия.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
19.	Гибридный автомобиль - это система, которая сочетает в себе традиционный двигатель внутреннего сгорания (бензиновый или дизельный) и электромотор. Такая комбинация позволяет использовать преимущества обоих типов двигателей для повышения общей эффективности и снижения выбросов. Основные типы гибридных систем включают: <u>Микрогибриды</u> - автомобили имеющие систему "старт-стоп", которая отключает двигатель при остановке и запускает его при трогании, что помогает экономить топливо. <u>Мягкие гибриды</u> (в таких системах используется стартер-генератор, который помогает двигателю внутреннего сгорания при разгоне и рекуперировывает энергию при торможении). <u>Полные гибриды</u> (эти автомобили могут работать как на одном двигателе (ДВС или электромоторе), так и на обоих одновременно. Они способны передвигаться на короткие расстояния только на электротяге). <u>Подключаемые гибриды</u> имеют более мощные батареи, которые можно заряжать от внешнего источника. Они способны проезжать значительные расстояния на электротяге, прежде чем включится ДВС	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
20.	Сжатие рабочего тела в компрессоре какскадно-теплого сжатия осуществляется не только под действием центробежных сил вращения ротора, но и, главным образом, благодаря тепломассообменным процессам в ячейках	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

	ротора на участках расширения и сжатия. Энергетическим источником как замещения воздуха в ячейках, так и продувки является центробежная сила, а также, в меньшей степени, волновой продувочный импульс, формируемый в проточной части ячейки при соответствующей «настройке» фаз ее подключения к окнам подвода и отвода воздуха.	
--	---	--

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

Оценочные средств по дисциплине «Современные энергетические технологии»

Вопросы при защите практических работ (базовый уровень):

1. Способы совершенствования процессов энергообмена в теплосиловых установках.
2. Анализ современных газотурбинных систем наддува.
3. Анализ современных систем наддува с механическим наддувом.
4. Системы воздухообмена с волновым наддувом.
5. Назначение и устройство волновых трансформаторов энергии.
6. Существующие методы расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.
7. Сущность численных методов расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.
8. Каскадные трансформаторы энергии и теплоэнергетические установки на их основе.
9. Назначение и устройство компрессора каскадно-теплового сжатия.
10. Системы наддува с компрессором КТС.
11. Газотурбинные установки с камерой сгорания КТС.
12. Система двухстадийного смесеобразования.
13. Отопительно-вентиляционные системы КТС.
14. Устройство и принцип действия каскадного обменника давления.
15. Сущность аналитических методов расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.
16. Тепловой компрессор и генератор газов на базе КОД.
17. Назначение и устройство двухступенчатых агрегатов КОД.
18. Сущность метода расчета агрегатов непосредственного обмена энергией с использованием газодинамических функций.
19. Назначение и устройство одноступенчатых агрегатов КОД.
20. Модель предварительного выбора параметров каскадного обменника давления.
21. Системы наддува с КОД, преимущества и недостатки в сравнении с волновым наддувом.
22. Газотурбинные установки КОД.
23. Отопительно-вентиляционные системы с КОД.
24. Моделирование рабочих процессов в каскадных трансформаторах энергии.
25. Коэффициенты полезного действия каскадных трансформаторов энергии.
26. Особенности рабочего процесса КОД.
27. Особенности применения КОД в качестве агрегата наддува.
28. Уточненная математическая модель рабочего цикла КОД.
29. Исследование характеристик работы теплоэнергетических машин на базе КОД.
30. Характеристики теплового компрессора и генератора газов.
31. Описание системы механического наддува с тепловым множителем расхода.
32. Экспериментальная установка, измерительная аппаратура и оборудование по проверке работы агрегатов КОД.

33. Холодильные машины на базе КТЭ.
34. Методика проведения эксперимента с КОД.
35. Результаты экспериментальных исследований каскадных трансформаторов энергии.
36. Основные преимущества механического наддува.
37. Основные схемы современного наддува ДВС.
38. Принципиальная схема турбонаддува с использованием нестационарных газодинамических эффектов.
39. Устройства интенсификации продувки напорнообменных ячеек.
40. Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии.
41. Методы и устройства расширения эффективной работы ВОД.
42. Система наддува КОД с глубоким охлаждением наддувочного воздуха (СНГО КОД).
43. Теплонаносные установки с КТЭ.
44. Устройство и характеристики каскадного дискового двигателя.
45. Система наддува с разделенным выпуском отработавших газов.
46. Система наддува двухтактного двигателя с КОД.
47. Какие теоретические предпосылки возможности повышения эффективности работы ВОД.
48. Виды приводов ротора ВОД и их анализ.
49. Теплонасосные установки с КТЭ.
50. Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообеспечения КДВС.
51. Особенности рабочего процесса КОД.
52. Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообеспечения КДВС.
53. Газотурбинные установки КОД.
54. Назначение и устройство одноступенчатых агрегатов КОД.
55. Анализ современных газотурбинных систем наддува.

Выполняется в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине «Современные энергетические технологии» (для студентов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания», специальность 13.04.03) /Сост.: А.А.Данилейченко, - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2018.- 86 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Темы и вопросы при защите лабораторных работ:

Вопросы при защите лабораторных работ (базовый уровень):

1. К какому типу тепловых машин относится каскадный обменник давления?
2. Сколько окон имеет каскадный обменник?
3. В чем заключается принципиальное конструктивное отличие каскадного обменника от волнового?
4. Какую форму имеют ячейки ротора каскадного обменника?
5. Какую конструкцию имеет опора ротора?
6. Какова величина нормальных тепловых зазоров между ротором и торцевыми плитами КОД в холодном состоянии?
7. В чем отличие формы массообменных каналов каскадных обменников: представленного на схеме и установленных на стендах?
8. Какой вид уплотнения применяется в каскадном обменнике?
9. Какой принцип положен в основу рабочего процесса КОД?
10. В чем принципиальное отличие рабочих процессов каскадного и волнового обменников давления?
11. Что называется углом раскрытия газообменного окна КОД?
12. Что называется фазовым смещением окон обменника? В чем оно измеряется?
13. Опишите влияние фазовых смещений окон на характеристики рабочего процесса каскадного обменника.
14. Назовите основные геометрические параметры каскадного обменника.
15. Как определить угол раскрытия газообменного окна КОД?
16. Как определить угловые фазы смещения окон?
17. От чего зависит объем ячейки ротора?
18. Как вычислить объем проточной части ротора?
19. Что называется коэффициентом загромождения проточной части ротора обменника?
20. Как зависит коэффициент загромождения от числа ячеек и толщины перегородок ротора?
21. Какие значения может принимать коэффициент загромождения?
22. Дайте определение теплового насоса. Каково назначение тепловых насосов?
23. Нарисуйте принципиальную схему теплового насоса. Каковы функции его агрегатов?
24. Опишите физические процессы, происходящие за цикл работы теплового насоса.
25. Тепловой насос с компрессором имеет электродвигатель мощностью 1 кВт и обеспечивает тепловую мощность 3 кВт. Как это можно объяснить?
26. Сравните особенности работы ТН и теплового двигателя
27. Почему ожег паром опаснее и болезненнее, чем просто горячей водой?
28. Можно ли на основе первого начала термодинамики определить направленность термодинамических процессов?
29. Приведите разные формулировки второго закона термодинамики.
30. Что представляют собой вечные двигатели 1 и 2 рода?
31. Чем определяется КПД теплового двигателя и каковы пути его повышения?
32. Постройте диаграмму цикла Карно в координатах $P-V$, $T-S$, $P-h$. Какую информацию можно извлечь из диаграмм?
33. Постройте в координатах $T-S$ обратный цикл Карно.
34. В чем заключается эффект Джоуля-Томсона? Как объяснить зависимость знака эффекта Джоуля-Томсона от давления?
35. Опишите процессы испарения и конденсации.
36. Опишите свойства ХА в критическом состоянии.
37. Что представляет из себя перегретый пар, переохлажденная жидкость, сухой пар?
38. Постройте цикл ТН в координатах $T-S$.

Выполняется в соответствии с:

- Методическими указаниями к лабораторным занятиям 1-3 по дисциплине «Современные энергетические технологии» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.04.03 – Энергетическое машиностроение) / Сост.: А.С. Ковтун. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 18 с.;

- Методическими указаниями к лабораторным занятиям 4-6 по дисциплине «Современные энергетические технологии» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.04.03 – Энергетическое машиностроение) / Сост.: А.С. Ковтун, А.А.Данилейченко. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 30 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Лабораторная работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Темы курсовой работы (высокий уровень)

1. Исследование принципов действия энергетических машин и расчет их термодинамических процессов.
2. Совершенствование охлаждающих устройств ДВС применением нагнетательной вентиляции
3. Повышение эффективности обогревателей салона транспортного средства применением устройств каскадно-теплового сжатия
4. Исследование работы и разработка алгоритмов диагностирования инжекторных двигателей легковых автомобилей
5. Улучшение технико-экономических показателей ДВС применением регулируемого механизма газораспределения.
6. Исследование использования альтернативных видов топлив в автомобильных двигателях
7. Определение термодинамической эффективности утилизационных систем
8. Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч10,5/12 с добавкой к воздушному заряду продуктов термохимической переработки топлива .
9. Улучшение показателей работы четырехтактного двигателя 6Ч12/14 применением утилизационного наддува

10. Исследование рабочего процесса дизеля с системой наддува глубокого охлаждения наддувочного воздуха
11. Исследование влияния износа прецизионных деталей топливной аппаратуры на процесс топливоподачи
12. Совершенствование конструкции инжекторов для впрыскивания бензина
13. Восстановление характеристик электромагнитных форсунок для впрыскивания бензина
14. Исследование путей снижения вредных и парниковых газов двигателями внутреннего сгорания
15. Совершенствование способов замера дымности отработавших газов дизелей
16. Улучшение экологических и экономических показателей дизеля КАМАЗ 740 путем турбулизации воздушного заряда
17. Совершенствование системы каталитической нейтрализации отработавших газов двигателей в стационарных условиях
18. Исследование характеристик воздушной холодильной машины каскадного обмена давлением
19. Совершенствование показателей топливной аппаратуры дизелей в эксплуатации
20. Исследование рабочего процесса тепловых компрессоров каскадного обмена давления
21. Анализ влияния режимных и конструктивных параметров на показатели работы теплового насоса каскадного обмена давлением
22. Совершенствование рабочего процесса двигателя Стирлинга применением каскадного обменника давления.

Выполняется по методическим указаниям к самостоятельной работе по дисциплине “Современные энергетические технологии ” (для студентов направления подготовки 13.04.03. Энергетическое машиностроение (магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания») /Сост.: А.А. Данилейченко - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2018.- 10 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству курсовая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Работа представлена на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста
4	Работа представлена на среднем уровне (студент в целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста
3	Работа представлена на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста
2	Работа представлена на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует требованиям оформлению технического текста

Тесты к контрольной работе (базовый уровень):

номер	ответ	номер	ответ	номер	ответ	номер	ответ	номер	ответ
1	А	21	Б	41	Г	61	В	81	Г
2	В	22	В	42	Б	62	Б	82	В
3	А	23	Б	43	А	63	В	83	Б
4	Б	24	Г	44	В	64	А	84	Г
5	Г	25	А	45	А	65	В	85	А
6	В	26	Г	46	Б	66	Г	86	Г
7	А	27	В	47	В	67	А	87	В
8	А	28	А	48	А	68	Г	88	Б
9	В	29	Г	49	Г	69	Б	89	В
10	Б	30	Б	50	Б	70	А	90	Б
11	В	31	В	51	Г	71	Г	91	А
12	А	32	В	52	Г	72	Б	92	В
13	Г	33	Б	53	А	73	А	93	Б
14	В	34	Г	54	Б	74	Б	94	В
15	А	35	Б	55	В	75	В	95	Б
16	Б	36	В	56	А	76	В	96	Г
17	А	37	А	57	Г	77	Г	97	А
18	В	38	В	58	Б	78	А	98	В
19	А	39	Б	59	А	79	Б	99	А
20	Г	40	В	60	Г	80	В	100	Г

1. Трансформаторами тепла называются системы, в которых осуществляется:

- а) отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой.
- б) подвод энергии в форме тепла к объекту с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой.
- в) отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой.
- г) подвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой.

2. Брутто это:

- а) вес
- б) имя французского учёного
- в) холодильный коэффициент
- г) индикаторный КПД

3. При теплоснабжении от котельной удельный расход условного топлива зависит от:

- а) КПД

- б) Брутто
 - в) Нетто
 - г) Местонахождения котельной
4. Чем выше начальные параметры пара на ТЭЦ и ниже давления пара в отборе турбин, тем:
- а) больше угловой коэффициент линий равный экономичности
 - б) меньше угловой коэффициент линий равный экономичности
 - в) постоянен угловой коэффициент линий равный экономичности
 - г) ответ не указан
5. В чём заключается работа рефрижератора:
- а) подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды
 - б) отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды
 - в) подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды
 - г) отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды
6. Для снабжения теплом городских абсорбционных холодильных установок целесообразно использовать:
- а) водоаммиачные абсорбционные холодильные установки
 - б) системы кондиционирования
 - в) системы теплофикации
 - г) бромистолитиевые абсорбционные холодильные установки
7. Процесс выравнивания скоростей в камере смешения струйных аппаратов сопровождается:
- а) изменением давления
 - б) изменением массы
 - в) изменением силы
 - г) изменением температуры
8. До середины прошлого столетия единственными источниками охлаждения были:
- а) естественный холод и запасы льда
 - б) запасы льда
 - в) естественный холод
 - г) ответ не указан
9. Появление получения искусственного холода путем трансформации тепла коренным образом изменило:
- а) диапазон и масштабы использования высоких температур
 - б) области использования высоких температур
 - в) диапазон и масштабы использования низких температур
 - г) области использования низких температур
10. На какие два вида можно разделить установки для трансформации тепла по принципу работы:
- а) парожидкостные и газовые
 - б) термоэлектрические и механические
 - в) компрессионные и струйные
 - г) сорбционные и газожидкостные
11. Принцип работы компрессионных установок основан:
- а) на понижении давления посредством механического или термического воздействия на рабочий агент
 - б) на повышении давления посредством электрического или электромагнитного воздействия на рабочий агент
 - в) на повышении давления посредством механического или термического воздействия на рабочий агент

г) на понижении давления посредством электрического или электромагнитного воздействия на рабочий агент

12. Компрессионные установки делятся на:

- а) парожидкостные, газожидкостные и газовые
- б) компрессионные, сорбционные и струйные
- в) парожидкостные, сорбционные и газовые
- г) газожидкостные, сорбционные и компрессионные

13. Какая энергия используется в компрессионных установках:

- а) внутренняя или электрическая
- б) механическая или потенциальная
- в) электромагнитная или кинетическая
- г) электрическая или механическая

14. Основным аппаратом паражетторных холодильных установок служит:

- а) конденсатный насос
- б) поплавковый клапан
- в) струйный эжектор
- г) дроссельный клапан

15. Принцип работы сорбционных установок основан на:

- а) повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла
- б) понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла
- в) повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла
- г) понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла

16. Цикл Линде:

- а) дросселирование
- б) сочетание дросселирования с регенеративным теплообменом
- в) теплообмен
- г) сочетание дросселирования с конвективным теплообменом

17. Струйные установки основаны на:

- а) использовании кинетической энергии потока пара или газа для повышения давления рабочего агента
- б) использовании потенциальной энергии потока пара или газа для понижения давления рабочего агента
- в) использовании электромагнитной энергии потока пара или газа для повышения температуры рабочего агента
- г) использовании механической энергии потока пара или газа для понижения температуры рабочего агента

18. Какой цикл осуществляется в трансформаторах тепла с циклическими процессами:

- а) оборотно-замкнутый
- б) разомкнутый
- в) замкнутый
- г) ответ не указан

19. Примером цикла с нестационарными процессами может служить:

- а) обратный цикл Карно
 - б) цикл Стирлинга
 - в) цикл Ренкина
 - г) цикл Дизеля
20. Какой цикл осуществляется в трансформаторах тепла с квазициклическими процессами:
- а) замкнутый
 - б) однозначный ответ невозможен
 - в) оборотно- замкнутый
 - г) разомкнутый
21. Разомкнутые процессы типа квазициклов применяются в системах, где используется:
- а) вода
 - б) атмосферный воздух
 - в) лёд
 - г) фреон
22. В трансформаторах тепла с нециклическими процессами параметры в процессе работы:
- а) уменьшаются
 - б) увеличиваются
 - в) не меняются
 - г) ответ не указан
23. Заслуга разработки каскадного метода принадлежит:
- а) К.Линде
 - б) Р.Пикте
 - в) Р.Стирлингу
 - г) С.Карно
24. Регенерация к прямому циклу была изобретена:
- а) Р. Миллером
 - б) Э.Ленуаром
 - в) Г.Тринклером
 - г) Р.Стирлингом
25. Регенерация к обратному циклу была изобретена:
- а) В.Сименсоном
 - б) Д.Брайтоном
 - в) Д.Джоулем.
 - г) Н.Отто
26. В чём заключается идея каскадного метода:
- а) один находящийся выше по температурам цикл передаёт тепло расположенному ниже или наоборот
 - б) каждый находящийся выше по температурам цикл передаёт тепло расположенному ниже или наоборот
 - в) один находящийся ниже по температурам цикл передаёт тепло расположенному выше или наоборот
 - г) каждый находящийся ниже по температурам цикл передаёт тепло расположенному выше или наоборот
27. Общий термодинамический метод анализа:
- а) химический
 - б) физический
 - в) эксергетический
 - г) энтропический
28. Мера превратимости энергии системы:
- а) эксергия системы
 - б) энтальпия системы
 - в) энтропия системы
 - г) энергия системы
29. Эксергия системы остается неизменной только при:

- а) при необратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
- б) при обратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
- в) при необратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
- г) при обратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой

30. Диссипацией называется:

- а) переход части энергии неупорядоченных процессов в энергию упорядоченных процессов, в конечном счёте — в воду.
- б) переход части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счёте — в теплоту.
- в) переход части энергии неупорядоченных процессов в энергию упорядоченных процессов, в конечном счёте — в холод.
- г) переход части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счёте — в воздух.

31. Первое начало термодинамики:

- а) не устанавливает никаких ограничений перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их разность
- б) устанавливает определенные ограничения перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их сумма
- в) не устанавливает никаких ограничений перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их сумма
- г) устанавливает определенные ограничения перехода одного вида энергии в другой, важно только, чтобы сохранялась их разность

32. Второе начало термодинамики:

- а) накладывает дополнительно определенные ограничения на преобразование энергии
- б) не накладывает дополнительных определенных ограничений на преобразование энергии
- в) накладывает дополнительно некоторые ограничения на преобразование энергии
- г) не накладывает дополнительных некоторых ограничений на преобразование энергии

33. Что служит идеальным циклом компрессионных трансформаторов тепла при постоянных температурах теплоприёмника и теплоотдатчика:

- а) цикл Стирлинга
- б) обратный цикла Карно
- в) цикл Ренкина
- г) прямой цикл Карно

34. В каких установках применяется вода как хладагент:

- а) компрессионного и поршневого типа
- б) эжекционного и компрессионного типа
- в) поршневого и абсорбционного типа
- г) абсорбционного и эжекционного типа

35. В каких установках широко применяется хладагент NH_3 :

- а) в газовых
- б) в поршневых
- в) в компрессионных
- г) в эжекционных

36. Что относится к недостаткам аммиака:

- а) пахучесть, высокая вязкость и горючесть при низких концентрациях в воздухе
- б) ядовитость, взрывоопасность и горючесть при низких концентрациях в воздухе
- в) ядовитость, взрывоопасность и горючесть при определенных концентрациях в воздухе
- г) пахучесть, низкая вязкость и горючесть при высоких концентрациях в воздухе

37. Что относится к недостаткам двуокиси углерода CO_2 :

- а) низкая критическая температура при сравнительно высоком критическом давлении

- б) высокая критическая температура при сравнительно высоком критическом давлении
в) низкая критическая температура при сравнительно низком критическом давлении
г) высокая критическая температура при сравнительно низком критическом давлении
38. В каких установках наиболее распространены хладагенты Ф-12 CF_2Cl_2 и Ф-22 CHF_2Cl :
- а) в каскадных холодильных установках
б) в рефрижераторах
в) в компрессионных автоматизированных холодильных установках
г) в криогенных установках
39. В каких установках используются главным образом низкотемпературные хладагенты Ф-13 CF_3Cl и Ф-14 CF_4 :
- а) в верхней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смеси одного агента
б) в нижней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смесях агентов
в) в средней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смесях агентов
г) в нижней ступени каскадных холодильных установок и в рефрижераторах, работающих на смеси одного агента
40. Что используется в качестве рабочих агентов при температурах от 80 до 27 К:
- а) метан, аргон и гелий
б) воздух, неон и азот
в) водород, неон и гелий
г) азот, фреон и гелий
41. Что называется хладоносителем:
- а) жидкость температура затвердевания которых существенно ниже $T_{0.c}$
б) жидкость температура затвердевания которых существенно выше T_H
в) жидкость температура затвердевания которых существенно выше $T_{0.c}$
г) жидкость температура затвердевания которых существенно ниже T_H
42. Определить эксергию 4820 кДж холода, полученного при температуре кипения жидкого азота $T_s = 82 \text{ K}$.
- а) 11650 кДж
б) 12050 кДж
в) 14020 кДж
г) 13570 кДж
43. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла как холодильные, так и теплонасосные характеризуются тем, что их работа протекает главным образом в области:
- а) влажного пара
б) сухого пара
в) насыщенного пара
г) ненасыщенного пара
44. Выбор числа ступеней сжатия зависит от:
- а) условий её работы и назначения установки
б) области применения и условий её работы
в) назначения установки и условий её работы
г) области применения и назначения установки
45. В случае когда трансформация тепла в одной установке осуществляется на разных температурных уровнях применяются:
- а) многоступенчатые установки вместо одноступенчатых
б) многоступенчатые установки вместо двухступенчатых
в) двухступенчатые установки вместо одноступенчатых
г) одноступенчатые установки вместо двухступенчатых
46. Какое вещество показывает данная штриховка: --- - ---
- а) водород
б) слабый аммиачный раствор

в) крепкий водоаммиачный раствор

г) жидкий аммиак

47. Основное преимущество каскадных установок заключается:

а) в возможности работы в небольших интервалах температур

б) в возможности работы в низких интервалах температур

в) в возможности работы в больших интервалах температур

г) в возможности работы при абсолютном нуле

48. . Определить удельный расход электроэнергии на выработку холода для установки холодопроизводительностью $Q_0 = 2,93$ кДж/с. Мощность идеального компрессора $N_B = 1,5$ кВт. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны: $\eta_i = 0,8$; $\eta_{эм} = 0,85$.

а) 0,753

б) 0,596

в) 0,845

г) 0,689

49. Нагнетательные машины предназначены для:

а) понижения давления и сжижения рабочего тела

б) повышения давления и испарения рабочего тела

в) понижения давления и перемещения рабочего тела

г) повышения давления и перемещения рабочего тела

50. Насосы и вентиляторы выполняют в основном функцию:

а) давления

б) перемещения

в) сжижения

г) испарения

51. Машины, работающие на сжимаемом рабочем теле:

а) вентиляторы

б) конденсаторы

в) насосы

г) компрессоры

52. Расширительные машины предназначены для:

а) внутреннего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внутренней работы

б) внешнего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внутренней работы

в) внутреннего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внешней работы

г) внешнего охлаждения рабочего тела установки при его расширении с отдачей внешней работы

53. В машинах объемного действия изменение давления рабочего тела происходит в следствии:

а) изменения объема в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины

б) изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и перемещающегося элемента машины

в) изменения объема в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины

г) изменения температуры в результате взаимодействия рабочего тела и неподвижного элемента машины

54. В машинах кинетического действия изменение давления и температуры достигается путём:

а) использования движущих сил в потоке давления

б) использования инерционных сил в потоке рабочего тела

- в) использования гравитационных сил в потоке рабочего тела
 - г) использования инерционных сил в потоке давления
55. При торможении потока, имеющего запас кинетической энергии, давление рабочего тела:
- а) не меняется
 - б) убывает
 - в) возрастает
 - г) ответ не указан
56. При расширении потока с внешним отводом энергии температура рабочего тела:
- а) понижается
 - б) не изменяется
 - в) повышается
 - г) ответ не указан
57. Турбокомпрессоры и турбодетандеры применяют при существенно:
- а) больших расходах газов и небольших отношениях давлений
 - б) небольших расходах газов и больших отношениях давлений
 - в) мелких расходах газов и меньших отношениях давлений
 - г) больших расходах газов и меньших отношениях давлений
58. В адиабатном компрессоре и детандере отсутствует:
- а) специально организованный теплообмен с внутренней средой
 - б) специально организованный теплообмен с внешней средой
 - в) специально организованный теплообмен с внутренней и внешней средой
 - г) ответ не указан
59. Неадиабатный компрессор это:
- а) машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внешнюю среду для уменьшения работы, затрачиваемой на сжатие
 - б) машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внутреннюю среду для увеличения работы, затрачиваемой на расширение
 - в) машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внешнюю среду для увеличения работы, затрачиваемой на расширение
 - г) машина, в которой, напротив, интенсифицирована теплоотдача от рабочего тела во внутреннюю среду для уменьшения работы, затрачиваемой на сжатие
60. Неадиабатный детандер это:
- а) машина, в которой в процессе расширения отводится тепло от охлаждаемого объекта
 - б) машина, в которой в процессе сжатия подводится тепло от охлаждаемого объекта
 - в) машина, в которой в процессе сжатия отводится тепло от охлаждаемого объекта
 - г) машина, в которой в процессе расширения подводится тепло от охлаждаемого объекта
61. По числу ступеней сжатия машины разделяются на:
- а) одноступенчатые и двухступенчатые
 - б) одноступенчатые и двухступенчатые
 - в) многоступенчатые и одноступенчатые
 - г) двухступенчатые и многоступенчатые
62. В расширительных машинах многоступенчатое расширение с промежуточным подводом тепла приводит:
- а) к уменьшению холодопроизводительности
 - б) к увеличению холодопроизводительности
 - в) холодопроизводительность не изменяется
 - г) ответ не указан
63. Герметичность машины диктуется как целесообразностью изоляции ее внутренних объемов от:
- а) внутренней и окружающей среды
 - б) внутренней среды
 - в) окружающей среды
 - г) ответ не указан
64. Величина $\eta_{ад}$ широко используется для оценки качества процесса:

- а) в неохлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в неохлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам
- б) в охлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в неохлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам
- в) в неохлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в охлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам
- г) в охлаждаемых ступенях компрессоров, а также для оценки процесса в охлаждаемой машине в целом по конечным и начальным параметрам

65. Главные недостатки поршневых машин связаны с:

- а) значительными инерционными усилиями в приводном механизме при малых скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.
- б) незначительными инерционными усилиями в приводном механизме при больших скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.
- в) значительными инерционными усилиями в приводном механизме при больших скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.
- г) незначительными инерционными усилиями в приводном механизме при малых скоростях и с загрязнением маслом или другой смазкой цилиндров сжимаемого тела.

66. Объемная производительность поршневых компрессоров ограничена:

- а) размерами цилиндров и числом оборотов
- б) частотой вращения вала и ходом поршня
- в) ходом поршня и размерами цилиндров
- г) размерами цилиндров и частотой вращения вала

67. Применение мембранных компрессоров целесообразно при:

- а) малых расходах рабочего тела
- б) больших расходах рабочего тела
- в) небольших расходах рабочего тела
- г) ответ не указан

68. Процесс сжатия в поршневых компрессорах осуществляется в цилиндре в результате:

- а) возвратно - вращательное движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра
- б) поступательно - вращательное движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра
- в) возвратно- круговое движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра
- г) возвратно - поступательного движения поршня и изменения вследствие этого рабочего объема цилиндра

69. Какие элементы отсутствуют в бескрейцкопфных машинах:

- а) коленчатый вал
- б) крейцкопф и шток
- в) вошипно-шатунный механизм
- г) ответ не указан

70. Сколько число ступеней сжатия не превышает в компрессорах холодильных установок:

- а) 2
- б) 4
- в) 3
- г) 1

71. Сколько число ступеней сжатия не превышает в криогенных установках:

- а) 1
- б) 3
- в) 2
- г) 4

72. В мембранном компрессоре объем рабочего тела меняется вследствие:

- а) перемещения в полости расширения гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или

непосредственно от вошипно-шатунный механизма.

б) перемещения в полости сжатия гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от кривошипно-шатунного механизма.

в) перемещения в полости расширения гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от кривошипно-шатунного механизма.

г) перемещения в полости сжатия гибкой мембраны, зажатой по периметру между профилированными дисками и проводимой в движение с помощью гидропривода или непосредственно от вошипно-шатунный механизма.

73. Турбокомпрессоры относятся к машинам:

а) кинетического действия

б) объемного действия

в) инерционного действия

г) потенциального действия

74. Коэффициент полезного действия центробежных компрессоров находится в пределах:

а) 0,55-0,69

б) 0,75-0,85

в) 0,85-0,94

г) 0,41-0,49

75. Коэффициент полезного действия осевых компрессоров находится в пределах:

а) 0,54-0,63

б) 0,65-0,79

в) 0,85-0,92

г) 0,93-0,98

76. Адиабатный КПД современных поршневых детандеров гелиевых рефрижераторов и ожижителей находится в пределах:

а) 0,87-0,95

б) 0,96-0,98

в) 0,75-0,85

г) 0,63-0,74

77. Турбодетандеры применяются в холодильных и криогенных установках для предварительного и окончательного:

а) замораживания рабочего тела

б) нагревания рабочего тела

в) сжижения рабочего тела

г) охлаждения рабочего тела

78. Идея использования турбины в качестве расширительной машины была сформулирована:

а) в конце XIX в.

б) в начале XX в.

в) в конце XIII в.

г) в начале XIX в.

79. Турбодетандер называют реактивным если:

а) в каналах рабочего колеса осуществляется сужение рабочего тела

б) в каналах рабочего колеса осуществляется расширение рабочего тела

в) в каналах рабочего колеса осуществляется выравнивание рабочего тела

г) ответ не указан

80. Работа совершаемая газом в ступени турбодетандера, определяется:

а) числом Фибоначчи

б) постоянной Больцмана

в) уравнением Эйлера

г) теоремой Вейерштрассе

81. Максимальное значение КПД современных реактивных турбодетандеров составляет:

- а) 0,68-0,75
- б) 0,58-0,67
- в) 0,86-0,90
- г) 0,80-0,85

82. Механические потери и внешние утечки рабочего тела из машины относят к:

- а) внутренним потерям
- б) внутренним и внешним потерям
- в) внешним потерям
- г) ответ не указан

83. В детандерах требуется применять материалы:

- а) с высокой теплопроводностью
- б) с низкой теплопроводностью
- в) с средней теплопроводностью
- г) ответ не указан

84. Назначение насосов в установках трансформации тепла заключается в:

- а) понижении давления
- б) понижении давления и перемещения рабочего тела
- в) повышении давления
- г) повышении давления и перемещения рабочего тела

85. Жидкость перекачиваемая насосом в установках трансформации тепла, обычно имеет температуру близкого к температуре:

- а) кипения
- б) плавления
- в) абсолютный ноль
- г) ответ не указан

86. Определить индикаторный КПД вертикального непрямоточного бессальникового компрессора ФВ-6 при следующих условиях: коэффициент плотности $\lambda_{пл} = 0,98$, коэффициент подогрева $\lambda_w = 0,85$.

- а) 67%
- б) 78%
- в) 95%
- г) 83%

87. РДДС это:

- а) регулятор дополнительного действия сети
- б) постоянный регулятор давления
- в) дополнительный регулятор давления типа «до себя»
- г) ответ не указан

88. В испарителе на стороне рабочего агента происходит в общем случае:

- а) кипение жидкости
- б) испарение жидкости и перегрев пара
- в) охлаждения жидкости
- г) ответ не указан

89. При регулировании трансформаторов тепла устанавливают дроссельный вентиль на линии жидкого агента:

- а) не установлен
- б) установлен после испарителем
- в) установлен перед испарителем
- г) ответ не указан

90. Снижение массового расхода рабочего агента в следствии прикрытия дроссельного вентиля приводит к:

- а) к повышению температуры конденсации
- б) к снижению температуры конденсации
- в) к повышению давления конденсации
- г) ответ не указан

91. Если после конденсатора включен охладитель конденсата, то прикрытие дроссельного вентили вызывает:
- а) тепловая нагрузка охладителя понижается
 - б) тепловая нагрузка охладителя повышается
 - в) тепловая нагрузка охладителя не изменяется
 - г) ответ не указан
92. Экзотермический процесс это:
- а) замещение
 - б) разделение
 - в) смешение
 - г) охлаждение
93. Эндотермический процесс это:
- а) замещение
 - б) разделение
 - в) смешение
 - г) охлаждение
94. Довести концентрацию в дефлегматоре до единицы (получить идеальный чистый пар):
- а) практически можно в невесомости
 - б) можно везде и всегда
 - в) теоретически невозможно
 - г) ответ не указан
95. Под температурой генерации понимается:
- а) абсолютный ноль
 - б) наивысшая температура в генераторе
 - в) средняя температура в генераторе
 - г) температура плавления
96. Температура греющей среды в генераторе может:
- а) понижаться пропорционально температуре внутренней среды
 - б) повышаться пропорционально температуре внешней среды
 - в) не отличаться от номинальной
 - г) отличаться от номинальной
97. Суммарный срок работы рефрижератора зависит от:
- а) ёмкость баллонов
 - б) подачи электроэнергии
 - в) температуры внешней среды
 - г) повышения давления
98. Какое вещество показывает данная штриховка:
- а) водород
 - б) слабый аммиачный раствор
 - в) жидкий аммиак
 - г) смесь водорода и паров аммиака
99. Какое вещество показывает данная штриховка: + + + +
- а) водород
 - б) смесь водорода и паров аммиака
 - в) слабый аммиачный раствор
 - г) жидкий аммиак
100. Какое вещество показывает данная штриховка: х - х - х
- а) крепкий водоаммиачный раствор
 - б) жидкий аммиак
 - в) водород
 - г) смесь водорода и паров аммиака

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач
4	Правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач
3	Правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач
2	Правильные ответы даны менее чем на 50 %

Вопросы по оценочному средству промежуточной аттестации (экзамен):

Билет 1

1. Способы совершенствования процессов энергообмена в теплосиловых установках.
2. Анализ современных газотурбинных систем наддува.
3. Анализ современных систем наддува с механическим наддувом.

Билет 2

1. Системы воздухообмена с волновым наддувом.
2. Назначение и устройство волновых трансформаторов энергии.
3. Существующие методы расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.

Билет 3

1. Сушность численных методов расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.
2. Каскадные трансформаторы энергии и теплоэнергетические установки на их основе.
3. Назначение и устройство компрессора каскадно-теплового сжатия.

Билет 4

1. Системы наддува с компрессором КТС.
2. Газотурбинные установки с камерой сгорания КТС.
3. Система двухстадийного смесеобразования.

Билет 5

1. Отопительно-вентиляционные системы КТС.
2. Устройство и принцип действия каскадного обменника давления.
3. Сушность аналитических методов расчета агрегатов непосредственного обмена энергией.

Билет 6

1. Тепловой компрессор и генератор газов на базе КОД.
2. Назначение и устройство двухступенчатых агрегатов КОД.
3. Сушность метода расчета агрегатов непосредственного обмена энергией с использованием газодинамических функций.

Билет 7

1. Газотурбинные установки КОД.
2. Отопительно-вентиляционные системы с КОД.
3. Моделирование рабочих процессов в каскадных трансформаторах энергии.

Билет 8

1. Назначение и устройство одноступенчатых агрегатов КОД.
2. Модель предварительного выбора параметров каскадного обменника давления.
3. Системы наддува с КОД, преимущества и недостатки в сравнении с волновым наддувом.

Билет 9

1. Коэффициенты полезного действия каскадных трансформаторов энергии.
2. Особенности рабочего процесса КОД.
3. Особенности применения КОД в качестве агрегата наддува.

Билет 10

1. Уточненная математическая модель рабочего цикла КОД.
2. Исследование характеристик работы теплоэнергетических машин на базе КОД.
3. Характеристики теплового компрессора и генератора газов.

Билет 11

1. Описание системы механического наддува с тепловым множителем расхода.
2. Экспериментальная установка, измерительная аппаратура и оборудование по проверке работы агрегатов КОД.
3. Холодильные машины на базе КТЭ.

Билет 12

1. Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообмена КДВС.
2. Методика проведения эксперимента с КОД.
3. Результаты экспериментальных исследований каскадных трансформаторов энергии.

Билет 13

1. Устройства интенсификации продувки напорнообменных ячеек.
2. Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии.
3. Методы и устройства расширения эффективной работы ВОД.

Билет 14

1. Основные преимущества механического наддува.
2. Основные схемы современного наддува ДВС.
3. Принципиальная схема турбонаддува с использованием нестационарных газодинамических эффектов.

Билет 15

1. Система наддува КОД с глубоким охлаждением наддувочного воздуха (СНГО КОД).
2. Теплонасосные установки с КТЭ.
3. Устройство и характеристики каскадного дискового двигателя.

Билет 16

1. Система наддува с разделенным выпуском отработавших газов.
2. Система наддува двухтактного двигателя с КОД.
3. Какие теоретические предпосылки возможности повышения эффективности работы ВОД.

Билет 17

1. Виды приводов ротора ВОД и их анализ.
2. Основные преимущества механического наддува.
3. Теплонасосные установки с КТЭ.

Билет 18

1. Холодильные машины на базе КТЭ.
2. Особенности рабочего процесса КОД.
3. Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообмена КДВС.

Билет 19

1. Газотурбинные установки КОД.
2. Назначение и устройство одноступенчатых агрегатов КОД.
3. Анализ современных газотурбинных систем наддува.

Билет 20

1. Система двухстадийного смесеобразования.
2. Системы воздухообмена с волновым наддувом.
3. Новые схемы систем наддува с КТЭ и принципы организации воздухообмена КДВС.

Билет 21

1. Устройство и характеристики каскадного дискового двигателя.
2. Особенности рабочего процесса КОД.
3. Опытные образцы каскадных трансформаторов энергии.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы даны на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)

4	Ответы даны на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Ответы даны на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Ответы даны на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			