

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.9 «Комбинированные и гибридные силовые установки»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.04.03
Энергетическое машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Котельные установки и тепловые двигатели**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	М.Э. Брякотин
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.Б. Жуков

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен проводить анализ объектов профессиональной деятельности	ПК-2.2	Анализирует существующие решения при создании продукции энергомашиностроения с учетом требований к уровню качества и безопасности
		ПК-2.3	Способен обосновывать принятые проектные и технические решения для объектов энергетического машиностроения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы, Современные системы двигателей, Теория и практика инженерного исследования, Теория тепловых двигателей (семинар)
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Преддипломная практика, Проектная практика

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	14	0	14	116	45

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Лекционные занятия (14ч.)

- 1. Предмет и задачи дисциплины "Комбинированные и гибридные силовые установки" как объектов энергетического машиностроения {беседа} (2ч.)[3,4,5,6]** Проводится анализ терминологии, связанной с комбинированными энергетическими установками (КЭУ), внедряющихся в последние время в качестве силовых установок транспортных средств. Представлена структура электроэнергетики России. Краткая история электромобилей
- 2. Классификация комбинированных энергетических установок и накопителей электрической энергии КЭУ. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6]** Классификация по функциям. Классификация по формам передачи энергии. Рассмотрены накопители энергии в комбинированных энергетически установках.
- 3. Конструктивное исполнение КЭУ в различными формами передачи энергии. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6]** Анализируются технические решения конструктивного исполнения комбинированных энергетических установок: - последовательная схема передачи энергии; - параллельная схема передачи энергии; - дифференциальная схема передачи энергии; - последовательно-параллельная схема передачи энергии.
- 4. Механические трансмиссии и расширенные функции комбинированных энергетических установок. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6]** Обосновывается применение тягового электропривода в трансмиссиях КЭУ. КЭУ со вспомогательным электроприводом на валу ДВС и автоматической коробкой передач. КЭУ с полноразмерным тяговым электродвигателем. КЭУ с электромашинными, встроенными в ветви механической трансмиссии. Расширенные функциональные возможности КЭУ.
- 5. Комбинированные энергетические установки на базе двигателей внутреннего и внешнего сгорания. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6]** КЭУ на базе двигателей внутреннего сгорания: кривошипно-шатунные двигатели, роторно-поршневые двигатели, роторно-лопастные двигатели, свободно-поршневые двигатели. КЭУ на базе двигателей внешнего сгорания. Классификация и особенности конструкции двигателей с внешним подводом теплоты. ДВПТ с приводным механизмом. Свободнопоршневые ДВПТ. Современный уровень и тенденции развития двигателей с внешним подводом теплоты.
- 6. КЭУ на базе топливных элементов, возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6]** Устройство и основы работы топливного элемента. Классификация топливных элементов. Области применения и характеристики топливных элементов. Уровень развития

автомобильных установок на базе топливных элементов. Прогноз развития бортовых электрогенерирующих установок на базе топливных элементов. Применение возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива в автомобильных энергоустановках. Классификация возобновляемых источников энергии. Классификация альтернативных видов топлива. Применение возобновляемых источников энергии в бортовых электрогенерирующих установках. Применение альтернативных топлив в автомобильных энергоустановках на базе ДВС. Уровень развития бортовых электрогенерирующих установок, использующих возобновляемые источники энергии и альтернативные виды топлива. Прогноз развития бортовых электрогенерирующих установок, использующих возобновляемые источники энергии и альтернативные виды топлива.

7. Повышение эффективности автомобильных комбинированных энергетических установок. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,4,5,6] Обосновывается способ повышения эффективности энергоустановок автомобилей. Системы, работающие по циклу Ренкина. Термоэлектрические генераторы. Применение турбоагрегатов.

Практические занятия (14ч.)

1. Оценка количества автопарка гибридных автомобилей с комбинированной энергетической установкой. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Оценка объемов продаж автомобилей и автобусов с комбинированной энергетической установкой. Производство автомобилей с КиГСУ в России. Оценка автопарка автомобилей с комбинированной энергетической установкой. Состояние инфраструктуры для технического обслуживания и ремонта гибридных автомобилей в России.

2. Особенности конструкции и диагностируемые элементы гибридного привода. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Двигатель, работающий по циклу Аткинсона-Миллера. Накопители электрической энергии. Конструкция Ni-MH аккумуляторов. Емкость аккумуляторов. Сохранность и срок службы Ni-MH аккумуляторов. Зарядка Ni-MH аккумуляторов. Основные неисправности и существующие методы выявления накопителей электрической энергии. Потери в электрических проводниках. Электромоторов и силовое управляющее устройство. Устройство распределения мощности.

3. Анализ эксплуатационной надежности гибридных силовых установок. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Анализ возникающих отказов и неисправностей гибридных силовых установок. Оценка закономерности изменения технического состояния комбинированной энергетической установки по пробегу автомобиля. Вероятностная оценка отказов ДВС и его систем. Поддержание

работоспособности элементов комбинированной энергетической установки.

4. Методика оценки технического состояния комбинированной энергетической установки автомобиля. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Выбор параметров оценки технического состояния комбинированной энергетической установки. Диагностическая матрица выявления отказов и неисправностей элементов комбинированной энергетической установки. Способы определения параметров оценки технического состояния комбинированной энергетической установки на автомобиле.

5. Алгоритм расчёта параметров оценки технического состояния комбинированной энергетической установки. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Особенности тягово-мощностного баланса автомобиля с комбинированной энергетической установкой. Передаваемая мощность в электроприводе с учётом потерь. Мощность с учётом потерь в электроприводе, передаваемая через накопитель энергии. Передаваемая мощность с учётом потерь в механической передаче. Средняя мощность рекуперации с учётом потерь в приводе. Вычисления эталонных значений параметров оценки технического состояния комбинированной энергетической установки.

6. Оценка технического состояния комбинированной энергетической установки автомобиля с применением ездовых циклов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Стандартный ездовой цикл ЕС 2004. Исходные данные к применению Европейского городского ездового цикла. Факторы, влияющие на периодичность технического обслуживания и ремонта комбинированной энергетической установки: температурный режим, транспортные условия, дорожные условия, загрузка автомобиля, влияние климата.

7. Эксплуатационные и стендовые испытания комбинированных и стендовых испытаний комбинированных энергетических установок. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Модель оптимизация процесса диагностирования автомобиля с комбинированной энергетической установкой. Средства диагностирования для оценки технического состояния комбинированных энергетических установок. Методика проведения стендовых испытаний. Определение эффективных показателей. Определение потерь в механической передаче. Определение эффективности рекуперации. Определение энергетического КПД при различных схемах передачи энергии. Исследование и анализ работы электропривода.

Самостоятельная работа (116ч.)

1. Курсовой проект {разработка проекта} (80ч.)[1,2,3,4,5,6,7] Тягово-мощностной баланс автомобиля с комбинированной энергетической установкой.

Передаваемая мощность в электроприводе с учётом потерь. Мощность с учётом потерь в электроприводе, передаваемая через накопитель энергии. Передаваемая мощность с учётом потерь в механической передаче. Средняя мощность рекуперации с учётом потерь в приводе. Вычисления эталонных значений параметров оценки технического состояния комбинированной энергетической установки. Определение эффективных показателей. Определение потерь в механической передаче. Определение эффективности рекуперации. Определение энергетического КПД при различных схемах передачи энергии. Исследование и анализ работы электропривода.

2. Подготовка к зачету и защите курсового проекта.(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Брякотин, М.Э. Расчет колебаний силового агрегата на подвеске. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2013. – 29 с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Brjakotin-silag.pdf>

2. Епифанов, В. С. Силовые агрегаты : практикум / В. С. Епифанов. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2012. — 119 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46323.html>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

3. Епифанов, В. С. Силовые агрегаты : конспект лекций / В. С. Епифанов. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2012. — 100 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46322.html>

4. Алхасов, А.Б. Возобновляемая энергетика / А.Б. Алхасов ; ред. В.Е. Фортов. – Москва : Физматлит, 2010. – 256 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82940>.

6.2. Дополнительная литература

5. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-4582-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122188>.

6. Кукис, В. С. Вихревые трубы в силовых установках транспортной

энергетики : монография / В. С. Кукис, А. Г. Савиновских, Д. А. Новикова. — Челябинск : Южно-Уральский институт управления и экономики, 2017. — 270 с. — ISBN 978-5-9909865-5-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81294.html>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7. Журнал Автомобильных инженеров. <http://www.aae-press.ru/index.htm>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Acrobat Reader
2	Chrome
3	LibreOffice
4	Mathcad 15
5	Windows
6	Антивирус Kaspersky
7	7-Zip

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	IEEE Xplore - Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций. Бессрочно без подписки (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)
2	Springer - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг (https://www.springer.com/gp https://link.springer.com/)
3	Wiley - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
	журналов и книг. Содержит большой раздел Computer Science & Information Technology, содержащий pdf-файлы с полными текстами журналов и книг издательства. Фиксируется пользователь информации на уровне вуза (Access by Polzunov Altai State Technical University) (https://www.wiley.com/en-ru https://www.onlinelibrary.wiley.com/)
4	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
5	ГОСТ-эксперт – база ГОСТОВ РФ (GostExpert.ru)
6	Научные ресурсы в открытом доступе (http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0607.ssi)
7	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)
8	Российский морской регистр судоходства и раздел издания РС (https://rs-class.org/ и раздел издания РС - https://lk.rs-class.org/regbook/rules)
9	Российский Речной Регистр раздел документы (https://www.rivreg.ru/docs/)
10	Электронный фонд правовой и научно-технической документации - (http://docs.cntd.ru/document)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».