Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРШНЕВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., доцент  /Д.В. Апелинский/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 10
4.3. Дополнительная литература 10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 11
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 12
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7 Фонд оценочных средств 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
7.3 Оценочные средства 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области построения, функционирования, диагностики и обслуживания систем электронного управления поршневыми двигателями, включая изучение архитектуры электронных блоков управления (ЭБУ), алгоритмов обработки сигналов датчиков и формирования управляющих воздействий на исполнительные механизмы для обеспечения оптимальных мощностных, экономических и экологических показателей на пятом этапе сквозного проектирования «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита».

Задачами дисциплины являются:

– изучение архитектуры, состава и принципов функционирования микропроцессорных систем управления двигателями, включая электронные блоки управления, датчики и исполнительные устройства;

– освоение методов обработки сигналов датчиков (положения коленчатого вала, массового расхода воздуха, детонации, температуры, давления) и формирования управляющих сигналов;

– формирование навыков анализа алгоритмов управления топливоподачей, углом опережения зажигания, фазами газораспределения, наддувом и системами нейтрализации отработавших газов;

– изучение протоколов диагностики (OBD-II, EOBD) и методов считывания и интерпретации кодов неисправностей;

– приобретение навыков работы со сканерами, мотор-тестерами и другим диагностическим оборудованием для анализа работы систем управления;

– освоение методов калибровки и адаптации электронных систем управления при изменении условий эксплуатации или конструкции двигателя;

– изучение основ программирования и параметрирования ЭБУ, включая чип-тюнинг и оптимизацию характеристик;

– формирование умения разрабатывать алгоритмы поиска неисправностей в электронных системах управления и рекомендации по их устранению.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5. Способен выполнять диагностику, анализировать причины неисправностей и дефектов поршневых двигателей и турбомашин в процессе их эксплуатации и испытаний, разрабатывать мероприятия по их устранению	**ИПК-5.2.** Способен разработать алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления
	ИПК-5.4. Способен расшифровывать коды неисправностей (OBD-II), считанные со штатного диагностического разъёма
	ИПК-5.5. Способен анализировать параметры двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявлять аномалии
	ИПК-5.6. Способен определять неисправный элемент системы управления по косвенным признакам и данным сканирования

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Углубляющая. Дисциплина реализует специализированные навыки диагностики электронных систем управления поршневыми двигателями. Студенты изучают архитектуру элек-

тронных систем управления (ЭСУД), принципы работы датчиков (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ, ДТОЖ, лямбда-зонды, датчик детонации), исполнительных устройств (форсунки, катушки зажигания, клапан EGR, регулятор холостого хода), электронного блока управления (ЭБУ) и алгоритмов работы. В ходе лабораторных работ и практических занятий формируются навыки разработки алгоритмов пошаговой диагностики неисправностей электронной системы управления (ИПК-5.2); расшифровки кодов неисправностей OBD-II, считанных со штатного диагностического разъёма (ИПК-5.4); анализа параметров двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявления аномалий (ИПК-5.5); определения неисправного элемента системы управления по косвенным признакам и данным сканирования (ИПК-5.6). Особое внимание уделяется работе с диагностическим оборудованием и интерпретации полученных данных.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Системы электронного управления поршневыми двигателями»** относится к **части блока Б.1, формируемой участниками образовательных отношений** учебного плана (код дисциплины: Б1.2.25) и изучается в **8-м семестре**.

Данная дисциплина является **ключевой для пятого этапа сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита»**, обеспечивая понимание принципов управления современными двигателями, методов диагностики электронных систем и способов оптимизации характеристик двигателя через программное обеспечение ЭБУ.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Электротехника и электроника** (Б1.1.7, 4 семестр): знание основ электротехники, электронных компонентов и микропроцессорной техники является фундаментом для изучения систем управления.
- **Физика** (школьный курс, а также дисциплина «Физика» (Б1.1.26.3, 2-3 семестры): знание физических принципов работы датчиков (тензометрических, пьезоэлектрических, оптических) необходимо для понимания их функционирования.
- **Теория рабочих процессов поршневых двигателей** (Б1.1.20, 4 семестр): понимание рабочих процессов необходимо для анализа алгоритмов управления топливоподачей, зажиганием и другими параметрами.
- **Конструкция поршневых двигателей** (Б1.2.2, 2 семестр) и **Системы поршневых двигателей** (Б1.2.5, 5 семестр): знание конструкции двигателя и его систем необходимо для понимания взаимодействия электронных блоков с исполнительными механизмами.
- **Топлива и смазочные материалы энергетических установок** (Б1.1.18, 3-4 семестры): знание свойств топлив необходимо для понимания алгоритмов управления составом смеси.
- **Экология и токсичность поршневых двигателей** (Б1.2.17, 7 семестр): понимание механизмов образования токсичных компонентов необходимо для анализа алгоритмов управления системами нейтрализации.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при освоении элементов образовательной программы на завершающем этапе обучения:

- **Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** (Б3.1, 8 семестр): вопросы электронного управления могут быть включены в ВКР как часть проекта современного двигателя.
- **Диагностика и техническая эксплуатация поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.18, 8 семестр) – методы диагностики электронных систем являются важной частью эксплуатации.
- **Системы газобаллонного оборудования двигателей** (Б1.2.24, 8 семестр) – электронное управление газовыми двигателями имеет свои особенности.

- **Комбинированные энергетические установки** (Б1.2.20, 8 семестр) – требуют сложных систем управления для согласования работы различных источников энергии.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2 зачетные единицы (72 часа)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8
1	Аудиторные занятия	30	30
	В том числе:		
1.1	Лекции	10	10
1.2	Семинарские/практические занятия	10	10
1.3	Лабораторные занятия	10	10
2	Самостоятельная работа	42	42
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	Зачет
	Итого	**72**	**72**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Семестр 8	**Системы электронного управления поршневыми двигателями**						
1	Тема 1. Введение. Архитектура электронных систем управления	6	2	2	–	–	4
2	Тема 2. Датчики систе-	12	6	2	2	2	6

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	мы управления двигателем						
3	Тема 3. Исполнительные устройства системы управления	12	6	2	2	2	6
4	Тема 4. Электронный блок управления (ЭБУ) и алгоритмы работы	10	4	2	2	–	6
5	Тема 5. Диагностика электронных систем управления	12	6	2	2	2	6
6	Тема 6. CAN-шина и обмен данными	8	4	–	2	2	4
7	Тема 7. Особенности управления дизельными двигателями	8	2	–	–	2	6
8	Подготовка к зачёту	4	–	–	–	–	4
	Итого за 1 семестр	**72**	**30**	**10**	**10**	**10**	**42**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 8. Системы электронного управления поршневыми двигателями

Тема 1. Введение. Архитектура электронных систем управления

Эволюция систем управления двигателем. Роль электронного управления в обеспечении мощностных, экономических и экологических показателей. Связь с дисциплиной «Конструкция поршневых двигателей» (Б1.2.2). Общая архитектура электронной системы управления двигателем (ЭСУД). Структурная схема: датчики → электронный блок управления (ЭБУ) → исполнительные механизмы. Классификация систем управления: по типу двигателя (бензиновые, ди-

зельные), по способу управления, по типу впрыска. Основные принципы построения современных систем.

Тема 2. Датчики системы управления двигателем

Классификация датчиков по измеряемым параметрам. Датчики положения коленчатого вала (ДПКВ): конструкция, принцип работы (индуктивные, Холла), назначение. Датчики положения распределительного вала (ДПРВ): конструкция, принцип работы, синхронизация впрыска. Датчики массового расхода воздуха (ДМРВ): пленочные, проволочные, принцип работы. Датчики абсолютного давления во впускном коллекторе (ДАД). Датчики положения дроссельной заслонки (ДПДЗ): потенциометрические, бесконтактные. Датчики температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) и температуры воздуха на впуске (ДТВ). Датчики детонации (ДД): пьезоэлектрические, принцип работы, расположение. Кислородные датчики (лямбда-зонды): узкополосные, широкополосные, принцип работы, расположение до и после катализатора. Датчики давления в рампе (для систем Common Rail). Датчики температуры отработавших газов. Датчики положения педали акселератора.

Тема 3. Исполнительные устройства системы управления

Классификация исполнительных устройств. Система подачи топлива. Форсунки бензиновых двигателей: электромагнитные, конструкция, принцип работы, параметры управления. Форсунки дизельных двигателей: электрогидравлические, пьезоэлектрические, принцип работы, управление многократным впрыском. Топливный насос высокого давления (ТНВД) для систем GDI и Common Rail: конструкция, принцип работы. Регулятор давления топлива. Система зажигания: катушки зажигания (индивидуальные, модульные), свечи зажигания, управление углом опережения зажигания. Система управления фазами газораспределения (VVT): муфты изменения фаз, электромагнитные клапаны управления. Система рециркуляции отработавших газов (EGR): электромагнитный клапан EGR, принцип работы. Система наддува: управление перепускным клапаном (wastegate), турбиной с изменяемой геометрией (VGT). Регулятор холостого хода (РХХ): шаговый двигатель, принцип работы. Система улавливания паров топлива (адсорбер): клапан продувки адсорбера.

Тема 4. Электронный блок управления (ЭБУ) и алгоритмы работы

Состав и структура ЭБУ: микроконтроллер, память (ROM, RAM, EEPROM), входные/выходные цепи, аналого-цифровые преобразователи. Карты управления: карты впрыска, зажигания, EGR, наддува. Алгоритмы управления топливоподачей: пусковой режим, прогревочный режим, режим холостого хода, частичные нагрузки, полная нагрузка, принудительный холостой ход. Алгоритмы управления углом опережения зажигания. Алгоритмы адаптации и самообучения. Управление в режимах холодного пуска и прогрева. Адаптивные алгоритмы под качество топлива и условия эксплуатации. Функция самодиагностики ЭБУ.

Тема 5. Диагностика электронных систем управления

Система бортовой диагностики (OBD – On-Board Diagnostics). Эволюция стандартов OBD-I, OBD-II, EOBD. Состав системы диагностики: диагностический разъём (OBD-II), протоколы обмена данными. Диагностические коды неисправностей (DTC – Diagnostic Trouble Codes): структура кода (P0xxx, P1xxx, P2xxx, P3xxx). Режимы работы OBD (считывание кодов, параметров, готовности систем, замороженных кадров). Алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления. Расшифровка кодов неисправностей, считанных со штатного диагностического разъёма. Анализ параметров двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявление аномалий. Определение неисправного элемента системы управления по косвенным признакам и данным сканирования.

Тема 6. CAN-шина и обмен данными

Понятие о CAN-шине (Controller Area Network) как основе бортовой сети автомобиля. Топология CAN-шины, терминаторы. Протоколы обмена данными: CAN 2.0A (11-битный идентификатор), CAN 2.0B (29-битный идентификатор). Скорости передачи данных (125 кбит/с, 250 кбит/с, 500 кбит/с). Уровни приоритетов сообщений. Обмен данными между ЭБУ двигателя, ЭБУ трансмиссии, ABS, ESP, иммобилайзером, комбинацией приборов. Роль CAN-шины в обеспечении комплексного управления автомобилем. Диагностика CAN-шины: проверка целостности, проверка напряжения, осциллография сигнала.

Тема 7. Особенности управления дизельными двигателями

Отличия систем управления дизельных двигателей от бензиновых. Управление количеством и моментом впрыска. Системы Common Rail: управление давлением в рампе, многократный впрыск (пилотный, основной, последующий). Управление форсунками с пьезоэлектрическим приводом. Управление системой селективной каталитической нейтрализации (SCR): дозирование реагента AdBlue. Управление регенерацией сажевого фильтра (DPF). Системы управления впрыском для дизелей с насос-форсунками. Датчики, специфичные для дизельных двигателей (давления в рампе, температуры топлива).

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 2	Изучение конструкции и принципа работы датчиков (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ, ДТОЖ, ДД, лямбда-зонд)	2
2	Тема 2	Анализ сигналов датчиков с помощью осциллографа	2
3	Тема 3	Изучение конструкции и принципа работы исполнительных устройств (форсунки, катушки зажигания)	2
4	Тема 4	Анализ карт управления (впрыск, зажигание)	2
5	Тема 5	Расшифровка кодов неисправностей (DTC) с использованием сканера	2
	Итого		**10**

3.4.2. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
1	Тема 2	Проверка работоспособности датчиков (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ) с помощью мультиметра	2
2	Тема 3	Проверка форсунок на работоспособность (сопротивление, производительность)	2
3	Тема 5	Считывание и расшифровка кодов неисправностей с помощью диагностического сканера	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
4	Тема 7	Диагностика системы управления Common Rail дизельного двигателя	2
5	Тема 5	Проверка датчика кислорода (лямбда-зонда) и анализ сигнала	2
	Итого		**10**

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены. Однако результаты освоения дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы для обоснования выбора системы управления и разработки алгоритмов диагностики для проектируемого двигателя.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 14846–2020 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
2. ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования

4.2. Основная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242

2. 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. — https://reader.lanbook.com/book/122188

4.3. Дополнительная литература

1. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/113001

2. Щерба, В. Е. Теория, расчет и конструирование поршневых компрессоров объемного действия: В. Е. Щерба. — 2-е изд., доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09232-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517027

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Устройство и эксплуатация электронных систем управления двигателей
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15803

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществля-

ется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;

- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;

- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;

- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;

- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;

- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;

- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;

- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;

- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;

- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;

- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;

- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);

- дистанционные образовательные технологии;

- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;

- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;
- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;
- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета). Дисциплина «Системы электронного управления поршневыми двигателями» является углубляющей для компетенции ПК-5, обеспечивая теоретические знания и практические навыки в области построения, функционирования, диагностики и обслуживания систем электронного управления поршневыми двигателями, включая изучение архитектуры электронных блоков управления (ЭБУ), алгоритмов обработки сигналов датчиков и формирования управляющих воздействий на исполнительные механизмы для обеспечения оптимальных мощностных, экономических и экологических показателей на пятом этапе сквозного проектирования «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита».

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ПК-5. Способен выполнять диагностику, анализировать причины неисправностей и дефектов поршневых двигателей и турбомашин в процессе их эксплуатации и испытаний, разрабатывать мероприятия по их устранению

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-5.2.** Способен разработать алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления.
- **ИПК-5.4.** Способен расшифровывать коды неисправностей (OBD-II), считанные со штатного диагностического разъёма.
- **ИПК-5.5.** Способен анализировать параметры двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявлять аномалии.
- **ИПК-5.6.** Способен определять неисправный элемент системы управления по косвенным признакам и данным сканирования.

Дисциплина «Системы электронного управления поршневыми двигателями» является ключевой для пятого этапа сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита», обеспечивая понимание принципов управления современными двигателями, методов диагностики электронных систем и способов оптимизации характеристик двигателя через программное обеспечение ЭБУ. В ходе изучения дисциплины студент осваивает архитектуру микропроцессорных систем управления, методы обработки сигналов датчиков, алгоритмы управления топливоподачей, зажиганием, фазами газораспределения, наддувом и системами нейтрализации, протоколы диагностики OBD-II, методы работы со сканерами и мотор-тестерами, методы калибровки и адаптации ЭБУ, а также основы программирования и параметрирования.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей. Тест состоит из 20 заданий различного типа. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов). Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать принципы работы ЭСУД, анализировать сигналы датчиков, разрабатывать алгоритмы диагностики, расшифровывать коды неисправностей. Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (изучение конструкции датчиков и исполнительных устройств, анализ сигналов датчиков с помощью осциллографа, анализ карт управления, расшифровка кодов неисправностей, разработка алгоритма диагностики) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

Лабораторные занятия

В ходе выполнения лабораторных работ студент работает с диагностическим оборудованием: сканерами OBD-II, осциллографами, мультиметрами. Проводятся работы по проверке работоспособности датчиков, проверке форсунок, считыванию и расшифровке кодов неисправностей, диагностике системы управления Common Rail, проверке лямбда-зонда. Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание позволяет оценить способность студента применять полученные знания для разработки раздела сквозного проекта, связанного с выбором и обоснованием системы управления для проектируемого двигателя, а также разработкой алгоритмов диагностики. Содержит анализ существующих систем управления, выбор архитектуры ЭБУ, разработку алгоритма пошаговой диагностики. Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

Зачет

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по завершении изучения дисциплины. Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины, с возможным выполнением практического задания. Проверяемые индикаторы: ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет классификацией датчиков и исполнительных устройств, понимает архитектуру ЭСУД и алгоритмы управления, знает протоколы диагностики OBD-II. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6 в части теоретических основ электронных систем управления.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в определении типов датчиков, не знает структуры кодов неисправностей, не понимает принципов диагностики. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

7.2.2 Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал дисциплины. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, набравшему от 18 до 30 баллов (60-100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам дисциплины, уверенно ориентируется в архитектуре и принципах работы ЭСУД, умеет разрабатывать алгоритмы диагностики, расшифровывать коды неисправностей, анализировать параметры. Сформированность индикаторов ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6 оценивается на пороговом или более высоком уровне, что позволяет студенту успешно выполнить раздел сквозного проекта, связанный с системами управления.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может выполнить диагностику ЭСУД, допускает грубые ошибки. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение раздела сквозного проекта по системам управления без дополнительной подготовки.

7.2.3 Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний материала. Студент владеет основными понятиями и методами диагностики электронных систем управления, понимает архитектуру ЭСУД, принципы работы датчиков и исполнительных устройств, протоколы диагностики OBD-II. Допускаются отдельные неточности, не искажающие сути ответа. Студент владеет профессиональной терминологией.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может выполнить диагностику ЭСУД. Отсутствует понимание принципов работы систем управления. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Студент не готов к выполнению раздела сквозного проекта по системам управления.

7.2.4 Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для изучения конструкций датчиков и исполнительных устройств, анализа сигналов, расшифровки кодов неисправностей, разработки алгоритмов диагностики. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует владение профессиональной терминологией. В рамках сквозного проекта успешное выполнение практических заданий позволяет студенту овладеть методами диагностики электронных систем управления, необходимыми для выполнения пятого этапа сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты, не отвечает на вопросы по существу задания, не владеет профессиональной терминологией. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.5 Критерии оценки лабораторных работ

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил лабораторную работу в полном объёме, в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение работать с диагностическим оборудованием (сканерами OBD-II, осциллографами, мультиметрами), проводить измерения, обрабатывать результаты, анализировать диагностические данные. При защите работы студент показывает понимание цели и методики проведения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты. Отчёт оформлен в соот-

ветствии с требованиями. Успешное выполнение лабораторных работ позволяет студенту получить практический опыт, необходимый для проведения диагностики электронных систем управления в рамках сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил лабораторную работу, выполнил её не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов. Отсутствует отчёт или он оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить лабораторную работу повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.6 Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует понимание методов диагностики ЭСУД, анализирует существующие системы управления, выбирает архитектуру ЭБУ и компоненты, разрабатывает алгоритм пошаговой диагностики, расшифровывает коды неисправностей, разрабатывает рекомендации по эксплуатации. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, содержит необходимые расчёты. При защите студент отвечает на вопросы, демонстрирует понимание принципов работы систем управления. Сформированность индикаторов ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6 оценивается на пороговом или более высоком уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания методов диагностики, не может выполнить расчёты. Пояснительная записка отсутствует или оформлена с грубыми нарушениями. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.7 Критерии оценки ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине. Студент ориентируется в архитектуре ЭСУД, принципах работы датчиков и исполнительных устройств, протоколах диагностики OBD-II. Ответы на вопросы в целом правильные, но могут содержать незначительные неточности, не искажающие сути. Студент владеет профессиональной терминологией, способен применять полученные знания для решения практических задач (расшифровка кодов неисправностей, анализ параметров, разработка алгоритма диагностики). Сформированность индикаторов ИПК-5.2, ИПК-5.4, ИПК-5.5, ИПК-5.6 оценивается на пороговом или базовом уровне, что позволяет студенту приступить к выполнению пятого этапа сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений, допущены существенные ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий и/или неспособность применять знания на практике. Студент не может выполнить диагностику ЭСУД, не понимает принципов работы систем управления. Ответы не соответствуют требованиям, уровень подготовки недостаточен.

7.2.8 Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенции **ПК-5**. Дисциплина является углубляющей для указанной компетенции.

ИПК-5.2. Способен разработать алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления. Формируется через изучение методов диагностики, алгоритмов поиска неисправностей. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-5.4. Способен расшифровывать коды неисправностей (OBD-II), считанные со штатного диагностического разъёма. Формируется через изучение протоколов диагностики OBD-II, структуры кодов неисправностей. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, лабораторные работы, зачет.

ИПК-5.5. Способен анализировать параметры двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявлять аномалии. Формируется через изучение диагностических параметров, методов выявления аномалий. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, лабораторные работы, зачет.

ИПК-5.6. Способен определять неисправный элемент системы управления по косвенным признакам и данным сканирования. Формируется через изучение типовых неисправностей электронных систем, методов локализации. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, зачет.

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и итогового тестирования, устных опросов, выполнения практических и лабораторных работ, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также зачета учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине и оценке выполнения пятого этапа сквозного проекта. Дисциплина «Системы электронного управления поршневыми двигателями» закладывает содержательную основу для завершающего этапа сквозного проекта, обеспечивая студента знаниями и навыками, необходимыми для диагностики, обслуживания и оптимизации систем электронного управления двигателями, анализа неисправностей и разработки мероприятий по их устранению.

7.3 Оценочные средства

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 8-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Архитектура ЭСУД. Датчики и исполнительные устройства. Электронный блок управления

Включает темы: Тема 1. Введение. Архитектура электронных систем управления; Тема 2. Датчики системы управления двигателем; Тема 3. Исполнительные устройства системы управления; Тема 4. Электронный блок управления (ЭБУ) и алгоритмы работы.

Модуль 2 (недели 9–16) — Диагностика ЭСУД. CAN-шина. Управление дизельными двигателями

Включает темы: Тема 5. Диагностика электронных систем управления; Тема 6. CAN-шина и обмен данными; Тема 7. Особенности управления дизельными двигателями.

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Архитектура ЭСУД. Датчики и исполнительные устройства. Электронный блок управления

Перечень вопросов для собеседования:

1. Эволюция систем управления двигателем. Роль электронного управления в обеспечении мощностных, экономических и экологических показателей. Общая архитектура электронной системы управления двигателем (ЭСУД).
2. Структурная схема ЭСУД: датчики → электронный блок управления (ЭБУ) → исполнительные механизмы.
3. Классификация систем управления: по типу двигателя (бензиновые, дизельные), по способу управления, по типу впрыска.
4. Классификация датчиков по измеряемым параметрам. Датчики положения коленчатого вала (ДПКВ): конструкция, принцип работы (индуктивные, Холла), назначение.
5. Датчики положения распределительного вала (ДПРВ): конструкция, принцип работы, синхронизация впрыска.

6. Датчики массового расхода воздуха (ДМРВ): пленочные, проволочные, принцип работы. Датчики абсолютного давления во впускном коллекторе (ДАД).
7. Датчики положения дроссельной заслонки (ДПДЗ): потенциометрические, бесконтактные. Датчики температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) и температуры воздуха на впуске (ДТВ).
8. Датчики детонации (ДД): пьезоэлектрические, принцип работы, расположение.
9. Кислородные датчики (лямбда-зонды): узкополосные, широкополосные, принцип работы, расположение до и после катализатора.
10. Датчики давления в рампе (для систем Common Rail). Датчики температуры отработавших газов. Датчики положения педали акселератора.
11. Классификация исполнительных устройств. Форсунки бензиновых двигателей: электромагнитные, конструкция, принцип работы, параметры управления.
12. Форсунки дизельных двигателей: электрогидравлические, пьезоэлектрические, принцип работы, управление многократным впрыском.
13. Топливный насос высокого давления (ТНВД) для систем GDI и Common Rail: конструкция, принцип работы. Регулятор давления топлива.
14. Система зажигания: катушки зажигания (индивидуальные, модульные), свечи зажигания, управление углом опережения зажигания.
15. Система управления фазами газораспределения (VVT): муфты изменения фаз, электромагнитные клапаны управления.
16. Система рециркуляции отработавших газов (EGR): электромагнитный клапан EGR, принцип работы.
17. Система наддува: управление перепускным клапаном (wastegate), турбиной с изменяемой геометрией (VGT). Регулятор холостого хода (РХХ): шаговый двигатель, принцип работы.
18. Система улавливания паров топлива (адсорбер): клапан продувки адсорбера.
19. Состав и структура ЭБУ: микроконтроллер, память (ROM, RAM, EEPROM), входные/выходные цепи, аналого-цифровые преобразователи.
20. Карты управления: карты впрыска, зажигания, EGR, наддува.
21. Алгоритмы управления топливоподачей: пусковой режим, прогревочный режим, режим холостого хода, частичные нагрузки, полная нагрузка, принудительный холостой ход.
22. Алгоритмы управления углом опережения зажигания. Алгоритмы адаптации и самообучения. Управление в режимах холодного пуска и прогрева. Адаптивные алгоритмы под качество топлива и условия эксплуатации.

Модуль 2. Диагностика ЭСУД. CAN-шина. Управление дизельными двигателями

Перечень вопросов для собеседования:

1. Система бортовой диагностики (OBD). Эволюция стандартов OBD-I, OBD-II, EOBD.
2. Состав системы диагностики: диагностический разъём (OBD-II), протоколы обмена данными. Диагностические коды неисправностей (DTC): структура кода (P0xxx, P1xxx, P2xxx, P3xxx).
3. Режимы работы OBD (считывание кодов, параметров, готовности систем, замороженных кадров).
4. Алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления.
5. Расшифровка кодов неисправностей, считанных со штатного диагностического разъёма.
6. Анализ параметров двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявление аномалий.
7. Определение неисправного элемента системы управления по косвенным признакам и данным сканирования.
8. Понятие о CAN-шине (Controller Area Network) как основе бортовой сети автомобиля. Топология CAN-шины, терминаторы.

9. Протоколы обмена данными: CAN 2.0A (11-битный идентификатор), CAN 2.0B (29-битный идентификатор). Скорости передачи данных (125 кбит/с, 250 кбит/с, 500 кбит/с).
10. Уровни приоритетов сообщений. Обмен данными между ЭБУ двигателя, ЭБУ трансмиссии, ABS, ESP, иммобилайзером, комбинацией приборов.
11. Диагностика CAN-шины: проверка целостности, проверка напряжения, осциллография сигнала.
12. Отличия систем управления дизельных двигателей от бензиновых. Управление количеством и моментом впрыска.
13. Системы Common Rail: управление давлением в рампе, многократный впрыск (пилотный, основной, последующий).
14. Управление форсунками с пьезоэлектрическим приводом. Управление системой селективной каталитической нейтрализации (SCR): дозирование реагента AdBlue.
15. Управление регенерацией сажевого фильтра (DPF). Системы управления впрыском для дизелей с насос-форсунками.
16. Датчики, специфичные для дизельных двигателей (давления в рампе, температуры топлива).

Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Какой датчик используется для определения положения коленчатого вала?**
2. A) ДПРВ
3. B) ДПКВ
4. C) ДМРВ
5. D) ДПДЗ

Правильный ответ: B

2. **Какой тип лямбда-зонда позволяет измерять коэффициент избытка воздуха в широком диапазоне?**
3. A) Узкополосный
4. B) Широкополосный
5. C) Циркониевый
6. D) Титановый

Правильный ответ: B

3. **Какой код неисправности соответствует пропускам воспламенения?**
4. A) P0100
5. B) P0200
6. C) P0300
7. D) P0400

Правильный ответ: C

4. **Какая скорость передачи данных характерна для CAN-шины?**
5. A) 10 кбит/с
6. B) 125 кбит/с
7. C) 500 кбит/с
8. D) 1 Мбит/с

Правильный ответ: C

5. **Какое устройство в системе Common Rail дизеля аккумулирует топливо под высоким давлением?**
6. A) ТНВД
7. B) Рампа (аккумулятор)
8. C) Регулятор давления

9. D) Форсунка

Правильный ответ: В

Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта позволяет оценить способность студента применять полученные знания для разработки раздела сквозного проекта, связанного с выбором и обоснованием системы управления для проектируемого двигателя, а также разработкой алгоритмов диагностики.

Содержание индивидуального задания:

1. **Анализ существующих систем управления.** Студент проводит анализ существующих систем управления для двигателей аналогичного класса. Выявляет основные тенденции развития.
2. **Выбор архитектуры ЭБУ и компонентов.** На основе анализа выбирает архитектуру ЭБУ, датчики и исполнительные устройства для проектируемого двигателя. Обосновывает выбор.
3. **Разработка алгоритма пошаговой диагностики.** Для одной из типовых неисправностей (например, неисправность датчика кислорода, пропуски воспламенения, неисправность системы EGR) разрабатывает алгоритм пошаговой диагностики. Определяет последовательность проверок, контролируемые параметры, критерии оценки.
4. **Анализ диагностических кодов.** Для заданных кодов неисправностей (3-4 кода) выполняет расшифровку, определяет возможные причины, методы устранения.
5. **Разработка рекомендаций по эксплуатации.** Разрабатывает рекомендации по эксплуатации системы управления, периодичности диагностики.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объемом 10-15 страниц.

Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Задание 1. Изучение конструкции и принципа работы датчиков (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ, ДТОЖ, ДД, лямбда-зонд)

Изучить конструкцию и принцип работы указанных датчиков. Определить тип датчика, количество выводов, форму сигнала.

Задание 2. Анализ сигналов датчиков с помощью осциллографа

Подключить осциллограф к датчику (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ). Проанализировать форму сигнала при различных режимах работы.

Задание 3. Изучение конструкции и принципа работы исполнительных устройств (форсунки, катушки зажигания)

Изучить конструкцию форсунок (электромагнитных, пьезоэлектрических), катушек зажигания. Определить параметры управления.

Задание 4. Анализ карт управления (впрыск, зажигание)

По заданным картам управления проанализировать зависимость угла опережения зажигания и времени впрыска от режимов работы двигателя.

Задание 5. Расшифровка кодов неисправностей (DTC) с использованием сканера

С помощью диагностического сканера считать коды неисправностей с учебного автомобиля или стенда. Расшифровать коды, определить возможные причины.

Задание 6. Анализ параметров двигателя с помощью диагностического сканера

Подключить диагностический сканер, проанализировать параметры двигателя в реальном времени (угол опережения зажигания, напряжение лямбда-зонда, расход воздуха). Выявить аномалии.

Задание 7. Разработка алгоритма пошаговой диагностики

Для заданной неисправности (например, неисправность датчика кислорода) разработать алгоритм пошаговой диагностики.

Оценочные средства для лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ и контрольные вопросы для защиты

Лабораторная работа №1. Проверка работоспособности датчиков (ДПКВ, ДМРВ, ДПДЗ) с помощью мультиметра

Краткое содержание: измерение сопротивления обмоток датчиков, проверка целостности цепей. Проверка выходного сигнала датчиков.

Контрольные вопросы:

- Какие параметры датчиков можно проверить мультиметром?
- Какое сопротивление обмоток датчика считается нормальным?
- Как проверить датчик Холла?

Лабораторная работа №2. Проверка форсунок на работоспособность (сопротивление, производительность)

Краткое содержание: измерение сопротивления обмоток форсунок. Проверка производительности форсунок на стенде или по косвенным признакам.

Контрольные вопросы:

- Какое сопротивление обмоток форсунок считается нормальным?
- Как проверить производительность форсунки?
- Какие признаки неисправности форсунки?

Лабораторная работа №3. Считывание и расшифровка кодов неисправностей с помощью диагностического сканера

Краткое содержание: подключение сканера к диагностическому разъёму OBD-II. Считывание кодов неисправностей. Расшифровка кодов по стандартной таблице.

Контрольные вопросы:

- Где расположен диагностический разъём OBD-II?
- Какова структура кода неисправности?
- Что означают P0xxx, P1xxx, P2xxx, P3xxx?

Лабораторная работа №4. Диагностика системы управления Common Rail дизельного двигателя

Краткое содержание: считывание параметров системы Common Rail (давление в рампе, температура топлива). Анализ работы форсунок по обратному сливу.

Контрольные вопросы:

- Какое давление в рампе считается нормальным?
- Как проверить форсунки Common Rail по обратному сливу?
- Какие датчики специфичны для дизельных двигателей?

Лабораторная работа №5. Проверка датчика кислорода (лямбда-зонда) и анализ сигнала

Краткое содержание: подключение осциллографа к лямбда-зонду. Анализ формы сигнала на различных режимах работы двигателя.

Контрольные вопросы:

- Как отличить узкополосный лямбда-зонд от широкополосного?
- Какая форма сигнала характерна для исправного узкополосного лямбда-зонда?
- Каковы признаки неисправности лямбда-зонда?

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы для обоснования выбора системы управления и разработки алгоритмов диагностики.

Промежуточная аттестация (зачет)

Условия допуска к зачету

Студент допускается к сдаче зачета при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».

- Выполнение и защита всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом (5 лабораторных работ).
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

Структура билета на зачете

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины. В процессе собеседования студенту может быть предложено выполнить практическое задание.

Структура собеседования:

- **Теоретический вопрос 1:** из области архитектуры ЭСУД, датчиков и исполнительных устройств, ЭБУ, алгоритмов управления.
- **Теоретический вопрос 2:** из области диагностики ЭСУД, OBD-II, CAN-шины, управления дизельными двигателями.
- **Практическое задание:** расшифровка кодов неисправностей, разработка алгоритма диагностики, анализ параметров.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Эволюция систем управления двигателем. Общая архитектура ЭСУД.
2. Классификация датчиков. Датчики положения коленчатого вала (ДПКВ).
3. Датчики положения распределительного вала (ДПРВ). Синхронизация впрыска.
4. Датчики массового расхода воздуха (ДМРВ) и абсолютного давления (ДАД).
5. Датчики положения дроссельной заслонки (ДПДЗ).
6. Датчики температуры (ДТОЖ, ДТВ). Датчики детонации (ДД).
7. Кислородные датчики (лямбда-зонды): узкополосные, широкополосные.
8. Датчики давления в рампе, температуры отработавших газов, положения педали акселератора.
9. Форсунки бензиновых двигателей: конструкция, принцип работы.
10. Форсунки дизельных двигателей: электрогидравлические, пьезоэлектрические.
11. Топливный насос высокого давления (ТНВД) для систем GDI и Common Rail.
12. Система зажигания: катушки зажигания, свечи зажигания, управление углом опережения зажигания.
13. Система управления фазами газораспределения (VVT).
14. Система рециркуляции отработавших газов (EGR). Система наддува.
15. Регулятор холостого хода (РХХ). Система улавливания паров топлива (адсорбер).
16. Состав и структура ЭБУ. Карты управления.
17. Алгоритмы управления топливоподачей, зажиганием, фазами газораспределения.
18. Алгоритмы адаптации и самообучения.
19. Система бортовой диагностики (OBD). Эволюция стандартов.
20. Состав системы диагностики. Диагностический разъём OBD-II. Протоколы обмена.
21. Диагностические коды неисправностей (DTC): структура кода.
22. Режимы работы OBD. Расшифровка кодов неисправностей.
23. Алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления.
24. Анализ параметров двигателя с помощью диагностического сканера.
25. Определение неисправного элемента по косвенным признакам и данным сканирования.
26. CAN-шина: топология, протоколы, скорости передачи данных.
27. Диагностика CAN-шины.
28. Отличия систем управления дизельных двигателей от бензиновых.
29. Системы Common Rail: управление давлением, многократный впрыск.
30. Управление форсунками с пьезоэлектрическим приводом. Система SCR.

31. Управление регенерацией сажевого фильтра (DPF).
32. Датчики, специфичные для дизельных двигателей.

Примеры практических заданий для зачета

Пример 1. Расшифровка кодов неисправностей

Задание: С помощью диагностического сканера считаны коды неисправностей: P0300, P0302, P0171. Расшифровать коды. Определить возможные причины. Предложить алгоритм дальнейшей диагностики.

Пример 2. Разработка алгоритма диагностики

Задание: Для неисправности «двигатель нестабильно работает на холостом ходу» разработать алгоритм пошаговой диагностики электронной системы управления. Указать последовательность проверок, контролируемые параметры, возможные причины.

Пример 3. Анализ параметров двигателя

Задание: По данным диагностического сканера получены следующие параметры: угол опережения зажигания = 5° (норма 8-12°), напряжение лямбда-зонда = 0,1 В (норма 0,1-0,9 В, циклически изменяется), расход воздуха = 15 кг/ч (при 800 об/мин норма 12-18 кг/ч). Оценить состояние системы управления. Выявить возможные неисправности.

Пример 4. Определение неисправного элемента

Задание: Двигатель плохо запускается на холодную, после прогрева работает нормально. Сканер показывает корректные показания ДТОЖ. Какие элементы системы управления могут быть неисправны? Обосновать ответ.

Пример 5. Анализ сигнала лямбда-зонда

Задание: На осциллограмме сигнала лямбда-зонда (узкополосного) наблюдается сигнал с частотой 1 Гц, амплитудой от 0,1 до 0,9 В. Оценить состояние лямбда-зонда и системы управления. Что может означать сигнал с амплитудой 0,1 В?