

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.
« 26 » 02 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДВС

(наименование учебной дисциплины, практики)

13.03.03. Энергетическое машиностроение

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

доцент _____ С.И.Тырловой

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры двигателей внутреннего сгорания

(наименование кафедры)

от «25» 02.2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

А.А. Данилейченко

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Автоматическое регулирование ДВС»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Регулятор прямого действия может не иметь статической ошибки?

А) нет

Б) да

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Позиция 4 на рис. 1 означает:

А) штуцер

Б) упор рейки

В) рычаг управления

Г) корпус регулятора

Д) груз центробежного регулятора

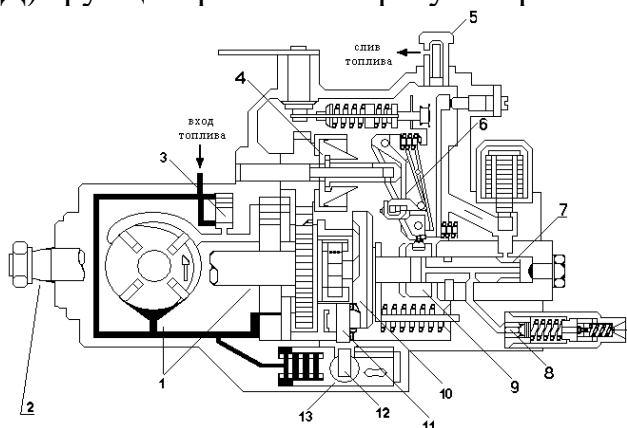


Рис. 1. Распределительный ТНВД со встроенным регулятором

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Заданы 4 набора значений корней характеристического уравнения. Указать, какой набор корней соответствует устойчивой системе:

А) $p_{1,2} = 1 \pm j5$, $p_3 = -0,125$, $p_4 = -5$

Б) $p_{1,2} = -1 \pm j5$, $p_3 = -0,125$, $p_4 = -5$

В) $p_{1,2} = 1 \pm j5$, $p_3 = 0,125$, $p_4 = 5$

Г) $p_{1,2} = -1 \pm j5$, $p_3 = 0,125$, $p_4 = -5$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. По принципу регулирования САР разделяются на:

- А) релейные
- Б) астатические
- В) с регулированием по отклонению
- Г) прямого действия

Правильный ответ: 3

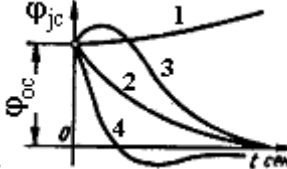
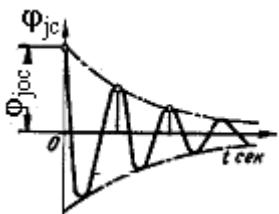
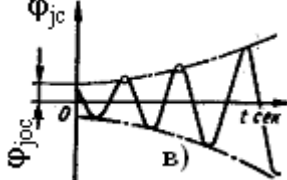
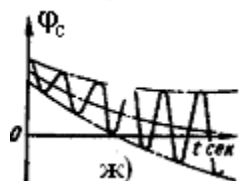
Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие рисунков и их описаний

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1) |  | А) | Автоколебательный процесс |
| 2) |  | Б) | Расходящийся переходный процесс (сложная составляющая) при $\alpha > 0$ из-за расходимости колебательной составляющей |
| 3) |  | В) | Расходящаяся колебательная составляющая переходного процесса при $\alpha > 0$ |
| 4) |  | Г) | Сходящаяся колебательная составляющая переходного процесса при $\alpha < 0$ |
| | | Д) | Апериодические составляющие переходных процессов: 1 — расходящаяся; 2, 3 и 4 — сходящаяся. |

Правильный ответ: 1-Д, 2-Г, 3-В, 4-Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Установите соответствие типов регуляторов и их ошибок.

- | | | |
|---------------------------------------|----|--|
| 1) Регулятор прямого действия | А) | Статическая ошибка регулирования меньше нуля |
| 2) Регулятор с гибкой обратной связью | Б) | Статическая ошибка регулирования больше нуля |

3) Регулятор с
комбинированной
положительной обратной
связью

В) Двух импульсный регулятор

Г) Статическая ошибка
регулирования равна нулю

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Установите соответствие между участками скоростной характеристики топливоподачи (рис. 2) и конструкцией регулятора ТНВД Bosch-VE (рис. 3).

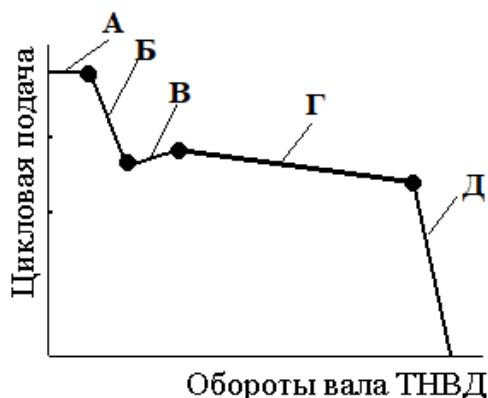


Рис. 2 - Скоростная характеристика

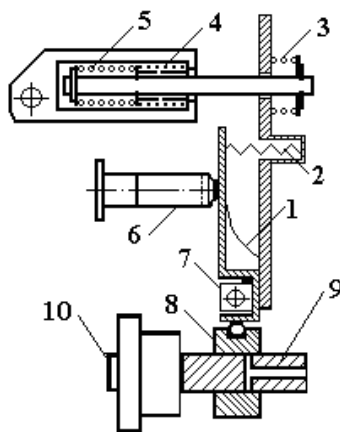


Рис. 3. - Конструкция регулятора

	Выполняемая задача (рис. 2)	Показатель соответствия (рис. 3)
1)	Формируемый участок характеристики	А) Пружина №1
2)	Формируемый участок характеристики	Б) Пружина №4
3)	Формируемый участок характеристики	В) Пружина №3
4)	Формируемый участок характеристики	Г) Пружина №2
		Д) Пружина №5

Правильный ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Установите соответствие между названием уравнения и формулой, выражающей это уравнение.

1)	Уравнение динамики ДВС	А) $T_p^2 \frac{d^2 \eta}{dt^2} + T_k \frac{d\eta}{dt} + \delta_p \eta + \kappa_e e = \varphi - \Theta_p \alpha_p$
2)	Уравнение динамики регулятора прямого действия	Б) $T_d \varphi + K_d \varphi = \xi - \lambda$
3)	Уравнение	В) $Fd = \partial Mc / \partial M$

динамики
гидравлического
сервомотора с
кинематической
обратной связью

4) Фактор
устойчивости ДВС

Г) $d_0(p)\varphi = K_0^\chi \cdot \chi - K_0^\alpha \cdot \alpha_0$

Д) $T_c \frac{d\lambda}{dt} + R_c \cdot \lambda = \eta$

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Д, 4-В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. При построении переходного процесса двигателя внутреннего сгорания, динамические свойства которого заданы линейным неоднородным обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка с постоянными коэффициентами: $T_d \frac{d\varphi}{dt} + K_d \cdot \varphi = \mu_0$ необходимо получить общее решение неоднородного дифференциального уравнения.

А) Определить корни характеристического уравнения

Б) Определить константу интегрирования

В) Составить характеристическое уравнение

Г) Записать общее решение неоднородного дифференциального уравнения

Правильный ответ: В, А, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Как составить главный определитель Гурвица.

А) записать заданное характеристическое уравнение движения САП

Б) заменить нулями несуществующие коэффициенты заданного характеристического уравнения

В) дополнить полученные заготовки столбцов дописывая вниз коэффициенты характеристического уравнения по возрастающим степеням и дописывая вверх коэффициенты характеристического уравнения по убывающим степеням

Г) выписать по диагонали сверху вниз и слева направо коэффициенты характеристического уравнения по убывающим степеням, начиная со второго и кончая предпоследним коэффициентом для формирования главного определителя Гурвица

Правильный ответ: А, Г, В, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Укажите правильную последовательность выполнения работ по испытаниям САР дизеля для построения номинальной регуляторной характеристики.

А) дизель запускается и прогревается, устанавливается режим холостого хода при номинальной частоте вращения вала дизеля, настройка скоростного режима при дальнейших испытаниях не изменяется.

Б) увеличивается нагрузка двигателя до 25% от номинальной и замеряется частота вращения вала дизеля

В) повторяют увеличение нагрузка двигателя на 25% до достижения номинальной нагрузки 100% с замером частоты вращения вала дизеля, завершают экспериментальную часть работы остановом дизеля согласно инструкции по эксплуатации

Г) по полученным экспериментальным данным строят регуляторную характеристику

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Для определения вида (характера) переходного процесса САР 3-го порядка и степени ее устойчивости с помощью диаграммы проф. Вышнеградского необходимо выполнить следующие действия в определенной последовательности.

А) Выполнить нормирование уравнения движения САР

Б) Записать уравнение движения САР

В) На диаграмме проф. Вышнеградского получить точку с координатами САР

Г) Определить вид (характер) переходного процесса САР 3-го порядка и степени ее устойчивости

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Принцип регулирования по _____ заключается в том, что управляющее воздействие на систему формируется на основе измерения внешних возмущений, а не только на основе отклонения выходной величины от заданного значения. Это позволяет компенсировать влияние возмущений до того, как они существенно повлияют на работу системы.

Правильный ответ: возмущению

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Режим работы ДВС, при котором индикаторная мощность равна _____ механических потерь двигателя при отключенном потребителе называется холостой ход.

Правильный ответ: мощности

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Элемент регулятора частоты вращения – задатчик - формирует заданное значение _____ величины.

Правильный ответ: регулируемой

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Принцип регулирования по отклонению назван в честь Джеймса _____. Он является автором знаменитого центробежного регулятора, который использовался для автоматического управления скоростью вращения паровой машины.

Правильный ответ: Уатта

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Разница между текущим и заданным значениями регулируемой величины (РВ) называют _____ РВ от заданного значения.

Правильный ответ: отклонением /различием/ искажением/ ошибкой

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Регуляторная характеристика, которая проходит перпендикулярно к оси ω в координатах $M-\omega$ называется _____ характеристикой.

Правильный ответ: астатической

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Какой регулятор не имеет ошибки (погрешности) регулируемой величины после окончания переходного процесса?

Правильный ответ: Астатический / астатический

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Какой регулятор имеет ошибку (погрешность) регулируемой величины после окончания переходного процесса.

Правильный ответ: Статический / статический/ изодромный /Изодромный

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

Решите задачу.

1. Дано: номинальная мощность двигателя $N_e = 60$ кВт; частота вращения коленчатого вала на номинальном режиме $n_o = 1600$ мин⁻¹; приведенный момент инерции ДВС $J_o = 1$ кг·м².

Вычислить постоянную времени двигателя T_o .

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение:

$$T_{\partial} = \frac{I_a \cdot \omega_0}{M_0} = \frac{I_a \cdot \omega_0^2}{N_E} = \frac{1 \cdot 167,46^2}{60000} = 0,468 \text{ с}$$

$$\text{где } \omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,1416 \cdot 1600}{30} = 167,46 \text{ с}^{-1}.$$

Правильный ответ: Постоянная времени двигателя $T_{\partial}=0,468 \text{ с}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Определить фактор устойчивости двигателя, работающего на скоростном режиме $\omega = 105 \text{ сек}^{-1}$, если статическая характеристика потребителя определяется формулой $M_c = 4 \cdot 10^{-4} n^2 \text{ (Нм)}$, а крутящий момент двигателя принимается не зависящим от скорости вращения коленчатого вала.

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение: Фактор устойчивости двигателя определяется формулой

$$F_{\partial} = \frac{\partial M_c}{\partial \omega} - \frac{\partial M}{\partial \omega} = \frac{30}{\pi} \left(\frac{\partial M_c}{\partial n} - \frac{\partial M}{\partial n} \right).$$

По условию задачи крутящий момент двигателя принимается не зависящим от скорости вращения коленчатого вала, поэтому $\frac{\partial M}{\partial n} = 0$.

продифференцировав M_c получим $\frac{\partial M_c}{\partial n} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 2n = 8 \cdot 10^{-4} \cdot n$, зная, что $n = \omega \cdot 30 / 3,141 = 1000 \text{ мин}^{-1}$

фактор устойчивости двигателя на этом режиме составит:

$$F_{\partial} = \frac{30}{\pi} \left(\frac{\partial M_c}{\partial n} - 0 \right) = 30 / 3,141 \cdot 8 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 = 7,64 \text{ Нм}.$$

Правильный ответ: 7,64 Нм

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Определить устойчивость САР 3-го порядка по критерию Гурвица, если коэффициенты характеристического уравнения равны:

$$A_3 = 11 \cdot 10^{-6} \cdot 1,45 = 0,00001595 ;$$

$$A_2 = 1,45 \cdot 7 \cdot 10^{-3} + 11 \cdot 10^{-6} \cdot 17 \cdot 10^{-2} = 0,01015187 ;$$

$$A_1 = 1,45 \cdot 10 \cdot 10^{-2} + 7 \cdot 10^{-3} \cdot 17 \cdot 10^{-2} = 0,14619 ;$$

$$A_0 = 34 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-2} = 0,034$$

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение:

Коэффициенты в выражении для главного определителя Гурвица для САР 3-го

порядка будут равняться: $a_2 = \frac{A_2}{A_3} = \frac{0,01015187}{0,00001595} = 636,481$; $a_1 = \frac{A_1}{A_3} = \frac{0,14619}{0,00001595} = 9165,52$;

$$a_0 = \frac{A_0}{A_3} = \frac{0,034}{0,00001595} = 2131,66.$$

Числовое значение главного определителя Гурвица для исследуемой САР положительное и составляет: $\Delta_{\Gamma} = \begin{vmatrix} a_2 & a_0 \\ 1 & a_1 \end{vmatrix} = a_2 \cdot a_1 - a_0 = 636,481 \cdot 9165,52 - 2131,66 = 5831547,7$.

Правильный ответ: САР устойчива согласно критерию Гурвица, его значение положительно и равно 5831547,7.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Вычислить частоту вращения двигателя «п» и ее отклонение Δn от номинального значения $n_0 = 1500 \text{ мин}^{-1}$, если относительная угловая скорость коленчатого вала в данный момент $\varphi = -0,02$.

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение: Используем известную формулу для относительной угловой скорости коленчатого вала: $\varphi = \frac{\Delta n}{n_0}$. Здесь Δn – абсолютное отклонение текущей частоты вращения от заданного значения. Величина Δn вычисляется как $\Delta n = n - n_0$. Записав $\Delta n = \varphi \cdot n_0$ или $n - n_0 = \varphi \cdot n_0$, получим формулу связи абсолютной и относительной частоты вращения вала ДВС:

$n = n_0(1 + \varphi)$. Теперь можно определить искомые величины:

$$n = 1500 \cdot (1 - 0,02) = 1470 \text{ мин}^{-1}, \quad \Delta n = 1500 - 1470 = 30 \text{ мин}^{-1}.$$

Пример ответа: $n = 1470 \text{ мин}^{-1}$, $\Delta n = 30 \text{ мин}^{-1}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) *по дисциплине «Автоматическое регулирование ДВС»* соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

Лист изменений и дополнений

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