

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 гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

Быкадоров В.В.



« 86 » 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Надежность гидромашин, гидроприводов и средств ГПА»

13.03.03 Энергетическое машиностроение

«Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент  Мальцева М.О.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой  Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Надёжность гидромашин, гидроприводов и средств ГПА»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. *Выберите один правильный ответ.*

Какой из перечисленных факторов не влияет на повышение надёжности гидравлических систем?

- А) выбор надёжных элементов
- Б) облегчение режимов
- В) испытание и тренировка
- Г) теплозащита, герметизация, амортизация
- Е) вибрация

Правильный ответ: Е

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. *Выберите один правильный ответ.*

Какой из перечисленных факторов не относится к фактору, уменьшающему надёжность гидравлической системы?

- А) инерционные нагрузки
- Б) температура рабочей жидкости
- В) динамические нагрузки
- Г) воздействие окружающей среды
- Е) реверсирование

Правильный ответ: Е

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. *Выберите один правильный ответ.*

Какая из формул является основной формулой надёжности:

- А) $p(t) = e^{-\int_0^t \lambda dt}$
- Б) $p(t) = e^{-\lambda dt}$
- В) $p(t) = 2e^{-\lambda dt}$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

4. *Выберите один правильный ответ.*

Найдите верную формулу для частоты отказов для невосстанавливаемых систем:

- А) $f_n = \frac{\Delta N}{N_0 \cdot \Delta t}$

$$\text{Б) } f_n = \frac{\Delta N \cdot \Delta t}{N_0}$$

$$\text{В) } f_n = -\frac{\Delta N}{N_0 \cdot \Delta t}$$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Задания закрытого типа на установления соответствия

1. Установите соответствие понятий и определений. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1) Безотказность	А) Свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки
2) Долговечность	Б) Свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов
3) Ремонтопригодность	В) Свойство изделия, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания
4) Сохраняемость	Г) Свойство изделия непрерывно сохранять исправность в течение и после хранения и транспортирования

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	Б	В	Г

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. Установите соответствие определений показателей безопасности. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1) Вероятность безотказной работы	А) Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает
-----------------------------------	---

- | | |
|--------------------------------|--|
| 2) Средняя наработка до отказа | Б) Математическое ожидание наработки объекта до первого отказа |
| 3) Средняя наработка на отказ | В) Отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки |
| 4) Интенсивность отказов | Г) Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник. |

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	Б	В	Г

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. Установите соответствие определений показателей долговечности. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1) Ресурс | А) Суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или её возобновление после ремонта до перехода в предельное состояние |
| 2) Гамма - процентный ресурс | Б) Суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах |
| 3) Средний ресурс | В) Математическое ожидание ресурса, для технических систем в качестве критерия долговечности используется технический ресурс |
| 4) Срок службы | Г) Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или её возобновление после ремонта до перехода в предельное состояние |
| 5) Гамма процентный срок службы | Д) Календарная продолжительность эксплуатации, в течении которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах |

Правильный ответ:

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

А	Б	В	Г	Д
---	---	---	---	---

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

4. Установите соответствие между комплексными показателями надёжности и их определениями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1) Коэффициент готовности	А) Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых объекта по назначению не предусматривается
2) Коэффициент технического использования	Б) Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и всех простоев для ремонта и технического обслуживания
3) Коэффициент оперативной готовности	В) Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность действий при проведении технического обслуживания гидропривода. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) проверка состояния фильтра
- Б) замена масла
- В) осмотр соединений на утечки
- Г) тестирование после обслуживания

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. Установите правильную последовательность действий при сборке и установке гидроагрегатов. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) проверка наличия всех комплектующих узлов и деталей объемного гидропривода
- Б) монтаж гидроагрегатов, гидромашин, гидроаппаратуры, соединительных трубопроводов и контрольно-измерительных приборов
- В) монтаж системы управления, охлаждения и т.п. Все отверстия для подвода и отвода рабочей жидкости должны быть закрыты соответствующими заглушками
- Г) трубопроводы тщательно очищаются, а их внутренние поверхности протравливаются
- Д) трубы промываются в специальных промывочных ваннах, просушиваются сжатым воздухом и закупориваются до установки на машину
- Е) перед монтажом трубопроводы должны быть испытаны на давление, превышающее максимальное рабочее в 2 раза

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д, Е

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. Установите правильную последовательность действий при заправке объемного гидропривода рабочей жидкостью. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) масло заливается в корпус гидравлической машины, а воздух удаляется дренажной системой. Для этого производится подача рабочей жидкости через монтажный трубопровод в нижнюю дренажную точку гидропривода. По мере поступления рабочей жидкости воздух через верхнюю дренажную точку вытесняется в гидробак
- Б) осуществляется заливка рабочей жидкости в гидробак до верхнего уровня
- В) заправляется гидросистема. При этом проводят пробные пуски объемного гидропривода на холостых режимах при минимальной частоте вращения приводного вала. Пробные пуски мобильных машин производят с перерывами в течении 15 с при помощи стартера. Контроль за наполнением гидросистемы осуществляется по понижению уровня масла в гидробаке
- Г) приводной двигатель запускается на холостых режимах в течении 3...5 мин, после чего производится дозаправка до нужного уровня рабочей жидкости по метке на указателе гидробака

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д, Е

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

4. Установите последовательность действий при проверке внутренней герметичности в следящих приводах. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

- А) Прокачка гидропривода с целью устранения воздушных пузырей
- Б) Подача рабочего давления
- В) нагружение выходного звена гидропривода

Г) замер посадки выходного звена под нагрузкой

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение.

1. *Напишите пропущенное слово.*

_____ - свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Правильный ответ: надежность

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. *Напишите пропущенное слово.*

_____ - событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Правильный ответ: отказ

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. *Напишите пропущенное слово.*

_____ – продолжительность или объем работы изделия (привода), которые могут быть выражены временем в часах, циклами срабатывания, объемом выполненной работы в тоннах, кубометрах и т.д. я

Правильный ответ: наработка

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

4. *Напишите пропущенное словосочетание.*

_____ - состояние, при котором дальнейшая эксплуатация объекта должна быть прекращена из-за неустранимого нарушения безопасности, снижения эффективности эксплуатации и из-за необходимости проведения ремонтов.

Правильный ответ: предельное состояние

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции,

соответствуют требованиям нормативно – технической и конструкторской документации.

Правильный ответ: работоспособное состояние / работоспособность

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно – технической и конструкторской документации.

Правильный ответ: неисправное состояние / неисправность

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ - среднее время, необходимое для восстановления работоспособного состояния оборудования после его отказа.

Правильный ответ: время восстановления / среднее время восстановления

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

4. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ - мероприятия, направленные на предотвращение отказов и продление срока службы гидравлического оборудования.

Правильный ответ: профилактическое обслуживание / профилактика

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решить задачу. Оценка надежности гидропривода на этапе проектирования.

Рассчитаем вероятность безотказной работы гидропривода, гидросхема которого представлена на рисунке. В данном гидроприводе на всех этапах цикла необходимо учесть интенсивность отказов насоса H , клапана предохранительного $KП$, фильтра Φ , клапанов обратных $KO1$, $KO2$, $KO3$ распределителей $P1$ и $P2$, дросселей ДР1, ДР2, ДР3, ДР4, гидроцилиндра ГЦ. Интенсивности отказов этих узлов: $\lambda_H = 13 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, $\lambda_\Phi = 0,8 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, $\lambda_p = 1,12 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, $\lambda_{\kappa} = 0,1 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, $\lambda_{op} = 0,5 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, $\lambda_{кл} = 10 \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$, время работы $t = 3000 ч$. Найти вероятность безотказной работы ОГМ.

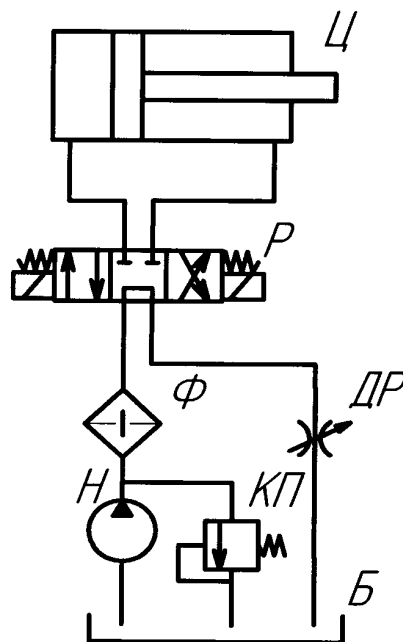


Схема ОГП

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

1. Найдем вероятность безотказной работы узлов:

$$p_n = 1 - 13 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 = 0,96$$

$$p_\phi = 1 - 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 = 0,998$$

$$p_p = 1 - 1,12 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 = 0,996$$

$$p_{dp} = 1 - 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 = 0,999$$

$$p_u = 1 - 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 \approx 1$$

$$\lambda_{кл} = 1 - 10 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 = 0,97$$

2. Рассчитаем вероятность безотказной работы ОГМ:

$$p(t) = \prod_{i=1}^6 p_i = 0,96 \cdot 0,998 \cdot 0,996 \cdot 0,999 \cdot 1 \cdot 0,97 = 0,924$$

или по приближенной формуле:

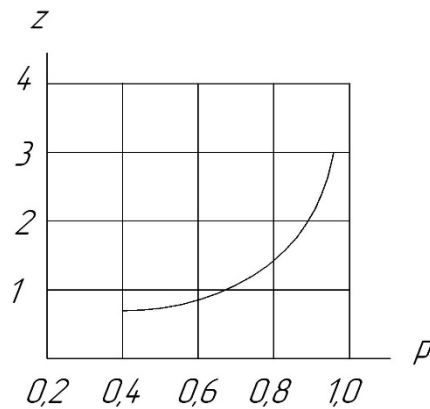
$$p(t) = 1 - \sum_{i=1}^6 \lambda_i \cdot t_i = 1 - 3000 \cdot 10^{-6} (13 + 0,8 + 1,12 + 0,1 + 0,5 + 10) = 0,924$$

Ответ: $p(t) = 0,924$

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

2. Решить задачу. Рассчитать количество запасных деталей (узлов) А. Время эксплуатации поршня цилиндра при $t=5$ лет по 16 час/день, средняя интенсивность отказов данной детали $\lambda=0,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ – для поршней цилиндра, число деталей $n=1$; гарантийная вероятность $p=0,9$.



Зависимость коэффициента z от гарантийной вероятности

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Число запасных деталей (узлов) (формула взята из радиоэлектроники)

$$A = (\lambda \cdot t + z\sqrt{\lambda \cdot t}) \cdot n$$

где λ - средняя интенсивность отказов данной детали (узла); n – число данных деталей (узлов) в ОГП; z – коэффициент, определяемый по графику (рис 2), в зависимости от принятой гарантийной вероятности того, что в течение всего времени t эксплуатации ОГП не будет недостатка в запасных деталях (узлах) данного наименования.

Найдем время эксплуатации:

$$t = 16 \cdot 365 \cdot 5 = 29200 \text{ ч}$$

Из рис. 2 найдем $z=2$ (при $p = 0,9$)

Тогда

$$A = 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 29200 + 2\sqrt{0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 29200} = 0,159$$

Вывод: следует обеспечить каждые шестой ОГП одним запасным поршнем, ибо $0,159 \cdot 6 = 0,954$

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

3. Решить задачу. Устройство состоит из пяти приборов, каждый из которых, независимо от других может в течение времени t отказаться. Отказ хотя бы одного прибора приводит к отказу устройства. За время t вероятность безотказной работы каждого из приборов соответственно равна: $P_1(t) = 0,95$; $P_2(t) = 0,99$; $P_3(t) = 0,98$; $P_4(t) = 0,90$; $P_5(t) = 0,93$. Найдите надёжность устройства за время работы t .

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Ведём обозначения вероятностей безотказной работы первого - пятого приборов $A_1 - A_5$.

Имеем: $A = A_1 A_2 A_3 A_4 A_5$

По формуле умножения для независимых событий:

$$P(A) = P(A_1)P(A_2)P(A_3)P(A_4)P(A_5) = 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,90 \cdot 0,93 = 0,76$$

Ответ: надежность устройства составляет 0,76.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

4. Решить задачу. Нарботка некоторого элемента до отказа имеет распределение Вейсбулла с параметрами $\beta = 4$, $\theta = 2000$ и $\delta = 1000$. Найдите вероятность безотказной работы элемента и интенсивность при наработке 1500ч.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Подставляя заданные значения в формулу:

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t - \delta}{\theta - \delta} \right)^\beta \right]$$
$$R(1500) = \exp \left[- \left(\frac{1500 - 1000}{2000 - 1000} \right)^4 \right] = \exp(-0,0625) = 0,939.$$

С помощью формулы находим искомую интенсивность отказов

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta(t - \delta)^{\beta-1}}{(-\delta)^\beta}$$
$$h(1500) = \frac{4(1500 - 1000)^{4-1}}{(2000 - 1000)^4} = \frac{4 \cdot 500^3}{1000^4} = 0,0005 \text{ отказ / ч.}$$

Ответ: 0,939 ; 0,0005 отказ / ч.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК -3

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине *«Надежность гидромашин, гидроприводов и средств ГПА»* соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

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

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, 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)