

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Объемные гидромашины**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Феденков В.В.
	Идентификатор	R4bdc47a0-FedenkovVV-ba5186d

(подпись)

В.В.


Феденков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793

(подпись)


Н.И.

Почернина

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов

ИД-1 Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования

2. ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов

ИД-2 Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. Клапаны ПКН (Домашнее задание)
2. Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание)
3. Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Общие понятия и определения ПКН					
Общие понятия и определения ПКН		+			
Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН		+			
Давление в рабочей камере ПКН		+			
Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы		+			

Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН	+			
Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)				
Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)		+		
Винтовые насосы (ВН)				
Винтовые насосы (ВН)			+	
Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели				
Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели				+
Вес КМ:	20	25	25	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования	Знать: методики проектирования различных ОГМ Уметь: разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР	Клапаны ПКН (Домашнее задание) Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности	Знать: законы и принцип работы ОГМ конструкции ОГМ и их элементов Уметь: использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ	Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание) Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Клапаны ПКН

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает задачу, решает дома и сдает на проверку преподавателю

#### Краткое содержание задания:

Построить графики мгновенной и средней (теоретической) подачи ПКН кратности 4.  
Определить степень неравномерности подачи

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики проектирования различных ОГМ	1. Что будет, если при работе ПКН без предохранительного клапана произойдет закупорка нагнетательного трубопровода 2. Будет ли увеличение утечек через клапана ГПН, если их посадка происходит в период паузы движения поршня (как при запаздывании их посадки) 3. Время посадки клапана ГПН в период паузы движения поршня определяется по уравнению Вестфаля, которое отражает мгновенный расход через щель клапана. Будет ли течение через щель клапана в период паузы движения поршня
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-2. Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ)

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает задачу, решает дома и сдает на проверку преподавателю. Опрос на знание ГПН и ГЦ

**Краткое содержание задания:**

Давление в рабочей камере ПКН при нагнетании (вывод общего выражения для давления нагнетания ПКН)

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: законы и принцип работы ОГМ	1. Давление в рабочей камере ПКН при всасывании: вывод общего выражения и его анализ (влияние отдельных членов уравнения на давление всасывания). Критическая и допустимая высота всасывания. Изменение давления всасывания по ходу поршня. Вакуумная характеристика ПКН и ее использование 2. Схема и принцип действия гидроаккумуляторов (ГА) на всасывании и нагнетании ПКН. Расчет 3. Объемные потери ПКН: виды объемных потерь при всасывании и при нагнетании, их расчет Коэффициент подачи и его определение
Знать: конструкции ОГМ и их элементов	1. Распределительное устройство ГПН. Виды золотников и их применение. Конструктивное исполнение цилиндрических золотников 2. Схема и принцип действия прямодействующего насоса (ПН). Основные достоинства ПН по сравнению с ПКН. Область применения ПН 3. Классификация гидроцилиндров (ГЦ) и их схемы. Основные параметры ГЦ и их определение

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН**

**Формы реализации:** Соблюдение графика выполнения задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания. Выполняется гидравлический расчет и рабочей камеры и блока клапанов горизонтального трехплунжерного кривошипного насоса (ПКН). Опрос на знание ВН

**Краткое содержание задания:***Исходные данные для задания:*подача насоса, м<sup>3</sup>/час,  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ давление нагнетания, МПа,  $p_H = \underline{\hspace{2cm}}$ геометрическая высота всасывания, м,  $H_{вс} = \underline{\hspace{2cm}}$ **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР	1. Определить по исходному заданию насос-аналог, найти его чертежи и как ими пользоваться 2. Уметь использовать материалы методического пособия для расчета 3. Уметь правильно подобрать рабочую жидкость 4. Уметь использовать исходную формулу расчета ВН для определения размеров винтов
---	--

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено***КМ-4. Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания****Расчет и конструирование гидравлической части ПКН****Формы реализации:** Проверка задания**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания. Выполняется разработка конструкции рабочей камеры и блока клапанов горизонтального трехшлунжерного кривошипного насоса (ПКН)**Краткое содержание задания:***Исходные данные для задания:*подача насоса, м<sup>3</sup>/час,  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ давление нагнетания, МПа,  $p_H = \underline{\hspace{2cm}}$ геометрическая высота всасывания, м,  $H_{вс} = \underline{\hspace{2cm}}$ **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ	1. Уметь выполнить прочностные расчеты клапанов 2. Уметь выбрать материалы и допускаемые напряжения 3. Уметь провести сравнительный анализ конструкции рабочей камеры и клапанов
---	--



	4. Уметь использовать исходную формулу расчета ШН при его проектировании
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>НИУ “МЭИ”</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6</b>	<i>Утверждаю:</i>
	Кафедра ГГМ Дисциплина Объемные гидромашины (ОГМ) Институт ИГВИЭ	<i>Зав. кафедрой</i> “ ” ____ 20
<p>1. Критерии безударной и малошумной работы клапана ПКН (вывод, анализ, рекомендации по использованию разных критериев).</p> <p>2. Влияние запертого объема на работу ШН с внешним зацеплением.</p> <p>3. Способы разгрузки от запертого объема ШН и их конструктивное исполнение.</p>		

## Процедура проведения

Выдается билет, подготавливается письменный ответ, ответ докладывается экзаменатору

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Разрабатывает техническую документацию в соответствие с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования

### **Вопросы, задания**

1. Основные виды ПКН и их схемы. Схемы дифференциального ПКН и ПКН с обводными тягами
2. Образование замкнутого объема в ШН и его влияние на работу насоса. Способы разгрузка от запертого объема и их конструктивное исполнение
3. Выбор материалов деталей гидравлической части ПКН

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Что будет, если при работе ПКН без предохранительного клапана произойдет закупорка нагнетательного трубопровода

Ответы:

- a) Произойдет разрыв напорного трубопровода из-за повышения давления.
- b) Поломка какой-либо подвижной детали насоса из-за повышения давления.
- c) Разрыв передачи от двигателя к валу насоса из-за повышения давления.
- d) Двигатель насоса забуксует из-за повышения давления

Верный ответ: d)

2. Время посадки клапана ГПН в период паузы движения поршня определяется по уравнению Вестфала, которое отражает мгновенный расход через щель клапана. Будет ли течение через щель клапана в период паузы движения поршня

Ответы:

- a) Течения через щель любого клапана не будет пока поршень стоит.
- b) Течение через щель всасывающего клапана будет пока клапан открыт.
- c) Течение через щель нагнетательного клапана не будет, хотя он открыт.
- d) Течение через щель любого клапана будет, пока он закрывается

Верный ответ: а)

3. Как определены рекомендуемые оптимальные размеры винтов трехвинтового насоса (ВН)

Ответы:

- a) Методом проб и ошибок.
- б) Математическим методом.
- в) Заимствовали у лучших зарубежных фирм.
- г) Это среднестатистические размеры лучших трехвинтовых насосов

Верный ответ: г)

4. При оптимальных размерах винтов трехвинтового ВН винты не надавливают друг на друга. Как передается крутящий момент от ведущего винта к ведомым

Ответы:

- a) “Не надавливают” – это условно из-за наличия зазора, заполненного жидкостью.
- б) Момент передается через давление жидкости как в гидромоторе.
- в) Момент передается через жидкость: ведущий винт давит на жидкость, а жидкость – на винты.
- г) Момент не передается: ведомые винты служат для создания замкнутого объема, как у одновинтового насоса.

Верный ответ: г)

5. Неравномерность подачи однопоршневого ПКН равна 3.14. Какова неравномерность двухпоршневого ПКН, если поршни расположены противоположно друг другу

Ответы:

- a) 3,14
- б) 6,28
- в) 1,57

Верный ответ: в)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Схема и принцип действия ПКН. Схема насосной установки. Основные параметры насосной установки. Основные параметры насоса
2. Расчет клапана ПКН: вывод зависимостей  $h(\varphi)$ ,  $ск(\varphi)$  и  $ак(\varphi)$ . График и анализ зависимости  $h(\varphi)$ .
3. Схема и принцип действия гидроаккумуляторов (ГА) на всасывании и нагнетании ПКН. Расчет ГА
4. Схема и принцип действия электронного индикатора давления. Индикаторная диаграмма и ее физический смысл. Примеры нормальной и “дефектных” индикаторных диаграмм, их анализ
5. Исходная формула расчета ПКН и ее применение для определения  $D$  и  $S$  поршня
6. Можно ли использовать один критерий безударной работы клапана, вместо двух
7. Исходная формула расчета ВН и ее применение для определения размеров винтов
8. Определение коэффициента расхода клапана  $\mu$ , и от каких факторов он зависит

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Будет ли увеличение утечек через клапана ГПН, если их посадка происходит в период паузы движения поршня (как при запаздывании их посадки)

Ответы:

- a) Будет через всасывающий клапан пока он открыт.
- b) Через нагнетательный клапан не будет, так как поршень не нагнетает.
- c) Не будет через оба клапана, пока поршень стоит

Верный ответ: c)

2. Как добиться максимальной подачи ШН при неизменных габаритах и частоте вращения  $n$

Ответы:

- a) Увеличением числа зубьев  $z$  до максимально допустимого.
- b) Увеличением модуля  $t$  до максимально приемлемого.
- c) Увеличением числа зубьев  $z$  и модуля  $t$  до максимально допустимых.
- d) Преимущественным увеличением модуля  $t$  до максимально приемлемого и применением коррекции зацепления

Верный ответ: a)

3. Можно ли добиться  $c1 = -c2$  выходного звена гидроцилиндра при площади штока  $f = 0,5F$  и постоянном расходе ( $Q = \text{const}$ )

Ответы:

- a) Нельзя, т. к. активная площадь  $F > (F - f)$ .
- b) Можно при  $(F - f) = f$ , но невозможно реализовать.
- c) Можно если слева:  $Fa = (F - f)$  и справа:  $F'a = f$ , но для этого нужно подводить  $Q$  через ...

(при таком ответе нужно дописать, как надо подводить  $Q$ ).

Верный ответ: c)

4. Не приведет ли система разгрузки за счет соединения противоположно расположенных впадин зуба к падению давления нагнетания шестеренных насосов

Ответы:

- a) Приведет, так как в любой момент времени сообщаются между собой две противоположные впадины, одна из которых находится в полости нагнетания.
- b) Не приведет, так как шестерня проходит напорную полость с большой скоростью.
- v) Возможно, приведет, если давление распространяется со скоростью выше 50 м/с (это допустимая окружная скорость головок шестерен). (при таком ответе нужно указать какова скорость распространения давления, например, в воде).
- г) Не приведет

Верный ответ: г)

5. Если насос ПТ 2,5/100 (Поршневой Трехплунжерный, подача 2,5 м<sup>3</sup>/ч, давление 100 кгс/см<sup>2</sup> (или 10 МПа)) включить без напорного трубопровода, какая будет высота столба воды на выходе насоса

Ответы:

- a) Будет 1000 м как и давление нагнетания.
- b) Будет на несколько десятков метров меньше 1000 м, из-за сопротивления воздуха.
- c) Будет на несколько сотен метров меньше 1000 м, из-за сопротивления воздуха и земного притяжения.
- d) Высоты столба не будет, вода просто будет выливаться.
- e) Будет несколько метров как на фонтанах в зависимости от скорости струи на выходе из насоса

Верный ответ: e)

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих