

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет имени  
П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ имени П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

\_\_\_\_\_ 2021

Регистрационный №УД-\_\_\_\_\_/уч.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ СМАЗКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»

Учебная программа составлена на основе:  
образовательного стандарта высшего образования первой ступени для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» ОСВО 1-36 01 07 – 2013;  
учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»  
№ I 36-1-12/уч. От 06.02.2019  
№ I 36-1-02/уч. от 05.02.2020

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Г.С.Кульгейко, старший преподаватель кафедры «Нефтегазозаработка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.А. Гинзбург, главный конструктор открытого акционерного общества «Гомельское специальное конструкторско-технологическое бюро гидропневмоавтоматика».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Нефтегазозаработка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» (протокол № 12 от 21.05.2021);

Научно-методическим Советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»  
(протокол № 5 от 07.06.2021); УД-НГ-371/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»  
(протокол № от 2021).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Конструирование и расчет систем смазки» – дать студентам знания в области проектирования, расчета смазочных систем. Дисциплина рассматривает вопросы разработки, анализа, проектирования и выбора элементной базы для автоматических систем смазки.

Основные задачи изучения дисциплины – ознакомить студентов с существующими типами современных автоматических смазочных систем их характеристиками, обучить студентов основам расчета таких систем, грамотному выбору нагнетательных устройств, аппаратов, устройств управления и контроля.

Для изучения данного курса необходимы знания следующих дисциплин: «Механика жидкостей и газов», «Объемные гидравлические машины», «Теория автоматического управления», «Элементы регулирования и управления», «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем».

### Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- классификацию, назначение и принцип действия смазочных систем;
- особенности рабочего процесса в системах смазки, математические модели и методы анализа статических и динамических свойств систем смазки с применением современных информационных технологий;
- методы проектирования и синтеза элементов смазочных систем; методы экспериментальных исследований систем смазки.

*уметь:*

- произвести расчеты внутренних и внешних характеристик оригинальных смазочных систем;
- провести анализ совместной работы в машине смазочных устройств;
- по данным технического задания выбрать тип смазочной системы и выполнить расчет ее основных параметров;
- поставить и решить задачу выбора основных параметров смазочных систем;
- выбрать схему стенда для экспериментальных исследований и снять внешнюю характеристику смазочной системы для анализа и синтеза смазочной системы;
- составить принципиальные схемы систем питания и управления смазочных систем с помощью современных информационных технологий.

*владеть:*

- методами составления схем автоматизированных смазочных систем;
- методиками расчета и выбора параметров питателей, нагнетателей, контрольной и регулирующей аппаратуры смазочных систем;
- методами установки и контроля аппаратуры регулирования и управления гидро и пневмоприводами;
- правилами выбора смазочных материалов в соответствии условиями эксплуатации, обеспечения работоспособности и надежности машин.

### **Требования к компетенциям специалиста**

Изучение дисциплины должно обеспечить у студента формирование следующих компетенций:

*академических:*

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

*социально-личностных:*

- владеть навыками здоровьесбережения;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде.

*профессиональных:*

- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по инновационным проектам и решениям, проводить патентные исследования;
- оценивать мобильность ресурсов для создания систем автоматизации;
- готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов лицензионной деятельности.

## Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Общее количество часов отводимое на изучение учебной дисциплины «Технология гидропневмоприводов» в соответствии с учебным планом специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» – 76.

Трудоемкость учебной дисциплины выраженная в зачетных единицах – 2.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий, курсы, семестры и формы текущей аттестации	Форма получения высшего образования
	дневная
Курс	4
Семестр	8
Лекции (часов)	17
Практические занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	51
Формы текущей аттестации	
Зачет (семестр)	8

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Раздел 1 Современные представления о трении изнашивании и смазке.**

Тема 1.1 Краткие сведения о трении.

Жидкостное трение. Трение качения. Виды смазки. Методы смазывания узлов трения. Порядок разработки таблиц смазывания.

Тема 1.2 Определение расхода смазочных материалов и выбор режимов смазывания.

Определения расхода смазочного материала в условиях граничной смазки. Определение потерь давления в подшипниках скольжения. Определения расхода металлоплакирующих смазочных материалов в узлах трения.

### **Раздел 2 Смазочные системы и устройства.**

Тема 2.1 Классификация смазочных систем.

Классификация систем и устройств. Основные определения.

Тема 2.2 Проектирование централизованных смазочных систем.

Выбор типа смазочной системы. Группирование точек ввода смазки и размещение распределительных устройств. Гидравлические расчеты при проектировании смазочных систем.

Тема 2.3 Смазочные системы с насосным распределением.

Конструирование насосных систем. Конструирование насосных систем без смазочного бака. Конструирование систем дроссельного дозирования. Определение типоразмеров и характеристик основных элементов дроссельных смазочных систем.

Тема 2.4 Двухмагистральные и последовательные смазочные системы.

Конструирование двухмагистрального смазочного питателя. Особенности конструирования смазочных станций двухмагистральных систем. Расчет потерь давления в аппаратах двухмагистральных систем. Конструирование последовательных смазочных систем. Нагнетательные устройства для последовательных смазочных систем. Циркуляционные последовательные системы.

Тема 2.5 Конструирование импульсных смазочных систем.

Конструкции импульсных смазочных систем. Конструирование и расчет смазочных станций для импульсных смазочных систем с пневмо- и электроприводом. Контроль импульсных систем.

### **Раздел 3 Системы смазки станочного оборудования.**

Тема 3.1 Смазывание подшипниковых опор металлорежущих станков.

Методы смазывания подшипников качения. Классификация режимов смазывания подшипников в зависимости от расхода масла. Практические рекомендации по определению расхода, параметры, влияющие на расход смазочного материала.

Тема 3.2 Системы гидростатического смазывания.

Системы гидростатического смазывания. Расчет гидростатических подшипников.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

1 Номер раздела, темы, занятия	2 Название раздела, темы	3 Количество аудиторных часов					8 Количество часов УСП	9 Форма контроля знаний
		4 Лекции	5 Практические занятия	6 Семинарские занятия	7 Лабораторные занятия	8 Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конструирование и расчет систем смазки		17	17		17			
<i>Модуль 1</i> Современные представления о трении изнашивании и смазке.								
1.1	Краткие сведения о трении.	0,5						Зачет
1.2	Определение расхода смазочных материалов и выбор режимов смазывания.	1	2					Зачет, защита практических работ
<i>Модуль 2.</i> Смазочные системы и устройства.								
2.1	Классификация смазочных систем.	0,5						Зачет
2.2	Проектирование централизованных смазочных систем.	1	2		4			Зачет, защита лабораторных и практических работ
2.3	Смазочные системы с насосным распределением.	2	2		4			Зачет, защита лабораторных и практических работ
2.4	Двухмагистральные и последовательные смазочные системы.	3	3		4			Зачет, защита лабораторных и практических работ
2.5	Конструирование импульсных смазочных систем.	3	4		3			Зачет, защита лабораторных и практических работ

Модуль 3. Системы смазки станочного оборудования.

3.1	<p>Конструирование и расчет систем смазки станочного оборудования и транспортных машин.</p> <p>Смазывание подшипниковых опор металлорежущих станков.</p>	4	4		2			Зачет, защита лабораторных и практических работ
3.2	Системы гидростатического смазывания.	2						Зачет



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Автоматизированные смазочные системы и устройства /В.Я.Семенов [и др.] Москва: Машиностроение, 1982.- 176 с. [ID= RU/IS/BASE/297805608](#)
2. Справочник по триботехнике. В 3-х т. Т1/ Под ред. М.Хебды и А.В.Чичинадзе. -М.: Машиностроение, 1989 – 1990
3. Вавилов, М.П.Смазка металлургического оборудования: практическое пособие/ М.П.Вавилов; ред. С.Я.Головин. – Москва: Государственное научно-техническоеиздательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1954. – 176 с. – Режим доступа: по подписке. – [URL:http://bibnoclub.ru/indeks/php?page=book@,id=213981](http://bibnoclub.ru/indeks/php?page=book@,id=213981) (дата обращения: 14.06.2021. - Библиогр: с. 274. – ISBN 978-5-4458-4678-9. – Текст : электронный.

### Дополнительная литература

4. Трибология жидкокристаллических наноматериалов и систем / ред. Г.В.Малахова – Минск : Беларуская наука, 2011. – 380с. – Режим доступа: по подписке. - [URL:http://bibnoclub.ru/indeks/php?page=book@,id=142151](http://bibnoclub.ru/indeks/php?page=book@,id=142151) (дата обращения: 14.06.2021. – Библиогр: с. 274. – ISBN 978-985-08-1395-4. – Текст : электронный.
4. Вильнер Я.М. и др. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. – Мн., ВШ, 1986
5. Основы трибологии, трение, износ, смазка / Э.Д.Браун, [и др], под ред. А.В.Чичинадзе. Учебник для технических вузов - М.: 1995, - 778 с.
6. Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов. В 2-х т. Т1 / Под ред. Е.А. Эминова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Химия», 1969. – 384с.
7. Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов. В 2-х т. Т2 / Под ред. Е.А. Эминова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Химия», 1969. – 395с.
8. Смазочное оборудование. Каталог Николаевского завода смазочных систем. 2000. – 140 с.

### Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

9. Конструирование и расчет систем смазки: Практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения / авт.- сост. Г.С.Кульгейко. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2016. – 49 – Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/14330>
10. Конструирование и расчет систем с мазки: пособие по одноименному

курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневное формы обучения /авт.-сост.: Н.Н.Михневич, А.В.Михневич. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2007. – 39

11. Кульгейко Г.С. Конструирование и расчет систем с мазки: электронный учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / Г.С. Кульгейко – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2015. – Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/2189>

12. Кульгейко Г.С. Конструирование и расчет систем смазки : практикум по выполнению лабораторных работ по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Г. С. Кульгейко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 36 – Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/20194>

13. Презентации к курсу лекций.

### **Перечень лабораторных занятий**

- 1 Конструкции и характеристик одноплунжерных многоточечных насосов с пневматическим приводом.
- 2 Конструкция и характеристика многоплунжерного насоса типа С18-1.
- 3 Снятие характеристики питателя дроссельного дозирования.
- 4 Снятие характеристик последовательного смазочного питателя.
- 5 Снятие характеристик импульсного питателя.
- 6 Конструкции и характеристики расходомеров для смазочных систем.
- 7 Конструкции и характеристики насосных станций для смазочных систем.

### **Перечень практических работ**

- 1 Расчет количества смазочного материала.
- 2 Расчёт и проектирование дроссельных смазочных систем.
- 3 Расчёт и проектирование последовательных смазочных систем.
- 4 Расчёт импульсных систем смазок.
- 5 Выбор вида привода и системы управления и контроля, определение характеристик нагнетателей.
- 6 Выбор системы управления и контроля.
- 7 Разработать смазочную систему и монтажную схему для смазывания узлов машины.

## Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Классификация трения по роду и видам. Определение и формула для расчета сухого трения.
2. Жидкостное трение. Граничное трение. Трение качения. Определения и формулы для расчета.
3. Основные понятия и определения трения, изнашивания и смазки узлов трения машин.
4. Виды смазок.
5. Методы смазывания узлов трения.
6. Порядок разработки таблиц смазывания.
7. Определение расхода смазочных материалов в условиях граничной смазки.
8. Расчет предельной одноразовой дозы смазочного материала в подшипниках скольжения.
9. Определение расхода металлолакирующих смазочных материалов.
10. Классификация смазочных систем.
11. Смазочные системы с насосным распределением. Объяснить принцип работы многоотводного насоса.
12. Смазочные системы дроссельного дозирования. Объяснить по схеме работу и назначение аппаратов системы. Смазочные жидкости для систем дроссельного дозирования.
13. Смазочные системы дроссельного дозирования импульсного действия. Объяснить по схеме работу и назначение аппаратов системы.
14. Дроссели и дроссельные блоки для систем дроссельного дозирования. Основные характеристики.
15. Принцип работы и основные характеристики смазочной станции С-48.
16. Принцип работы и основные характеристики смазочной станции С-16.
17. Особенности систем дроссельного дозирования. Алгоритм расчета систем дроссельного дозирования.
18. Двухмагистральные смазочные системы. Объяснить по схеме работу и назначение аппаратов системы.
19. Последовательные смазочные системы. Объяснить по схеме работу и назначение аппаратов системы.
20. Питатели и нагнетательные устройства последовательных смазочных систем. Основные характеристики правила выбора (расчета).
21. Импульсные смазочные системы. Объяснить по схеме работу и назначение аппаратов. Основные характеристики правила выбора (расчета).
22. Питатели и нагнетательные устройства импульсных смазочных систем. Основные характеристики правила выбора (расчета).

23. Гидравлический счетчик (реле счета), объяснить работу по схеме.
24. Комбинированные смазочные системы.
25. Проектирование смазочных систем. Исходные данные для проектирования.
26. Выбор типа смазочной системы при проектировании.
27. Группирование точек ввода смазки и размещение распределительных устройств.
28. Влияние температурных колебаний на точность подачи жидкости в смазочной системе.
29. Потери давления в трубопроводах смазочных систем.
30. Потери давления в аппаратах смазочных систем.
31. Влияние времени изменения скорости потока на расход смазочных материалов в смазочной системе.
32. Смазочные системы жидкой смазки шпиндельных узлов станков. Основные характеристики и особенности.
33. Обобщенная формула для расчета минимально допустимых расходов жидкого масла для смазки подшипников.
34. Системы гидростатического смазывания. Достоинства, недостатки и требования к проектированию систем.
35. Объяснить работу гидростатических опор по схеме.

### **Организация и выполнение самостоятельной работы**

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных и практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче зачета.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ и других форм текущего контроля.

Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1 Лабораторные установки: «Установка насосная Г12-5М», «Лабораторная установка № 3 Изучение объемного гидропривода с дроссельным регулированием», «Лабораторный стенд фирмы FESTO гидравлический», «Лабораторный стенд фирмы FESTO пневматический» и др.

3 Дозирующие питатели.

4 Насос многоотводный.

5 Стенды по темам дисциплины «Гидропневмоприводы технологических машин»: «Импульсные смазочные системы», «Смазочные системы дроссельного дозирования», «Смазочная система пресса», «Смазочная система литейной машины».

6 Презентации по всем темам дисциплины.

### **Диагностика компетентности студентов**

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных и практических занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- модульно-рейтинговый контроль знаний;
- выступление студента на конференции по подготовленному докладу;
- сдача зачета по разделам дисциплины.

**Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Дипломное проектирование	НГРиГПА		протокол № 12 от 21.05.2021

Зав.кафедрой

В.В.Пинчук