

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

 О. Д. Асенчик

28. 06. 2017

Регистрационный № УД 21.26/уч

## ГИДРО-И ПНЕВМОАВТОМАТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
(по направлениям)

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта ОСВО 1-53 01 01-2013;

учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» для специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по направлениям).

№ I-53-1-36/уч. от 17.09.2014;

№ I-53-1-05/уч. от 11.02.2016.

### **СОСТАВИТЕЛЬ**

В.В. Пинчук, профессор кафедры «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, доцент;

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

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

Е.П. Борисов, заместитель директора ОАО «САЛЕО-Гомель», кандидат технических наук.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» (протокол № 10 от 04.05.2017);

Научно-методическим Советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» (протокол № 9 от 22.05.2017); *JD-ГА-245/42*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 27.06.2017).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

*Цель дисциплины* – формирование профессиональных компетенций в области гидравлических и пневматических систем мобильных и технологических машин.

*Основные задачи курса:*

- дать студентам знания закономерностей течения жидкостей, газов и их смесей в трубопроводах, различных каналах гидравлических машин и механизмов, а также навыки исследования и расчета гидросистем;
- изучить физические основы гидростатики, кинематики жидкостей и газов, инженерной гидравлики, основы газовой динамики, гидродинамики вязких жидкостей, основы динамики обтекания твердых тел;
- научить решать задачи синтеза приводов с заданной надежностью;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при расчете и проектировании всех элементов гидропневмосистем мобильных машин.

### Междисциплинарные связи

Для специализации 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по направлениям) дисциплина «Гидро- и пневмоавтоматика» является одним из базовых теоретических курсов, обеспечивающих фундаментальную подготовку студентов по избранной специальности и возможность изучать последующие дисциплины. В курсе «Гидро- и пневмоавтоматика» изучаются основные закономерности движения жидкостей и газов и их взаимодействие с твердыми телами, которые должны знать инженеры данной специальности.

Дисциплина «Гидро- и пневмоавтоматика» базируется на усвоении студентами фундаментальных положений дисциплин: «Высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория поля)», «Физика (механика, молекулярная физика)», «Теоретическая механика».

Материал дисциплины служит теоретической основой для изучения специальных дисциплин.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-53 01 01 – 2013 по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по направлениям) в результате изучения дисциплины студент должен обладать компетенциями:

*академические*

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

- владеть исследовательскими навыками;
  - уметь работать самостоятельно;
  - уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- социально-личностные*
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
  - уметь работать в команде;
- профессиональные*
- на основе обслуживания и диагностики оборудования разрабатывать планы ремонта и руководить их реализацией;
  - организовывать и проводить рациональное обслуживание систем автоматизации;
  - разрабатывать проектно-сметную и другую документацию с учетом технико-экономического обоснования;
  - организовывать обучение персонала, повышение его квалификации, обеспечивать повышение производительности его труда и рост оплаты труда.

В результате изучения дисциплины, студенты должны

*знать:*

- основные принципы функционирования и структуру гидро-и пневмоприводов;
- основные элементы и их конструктивные особенности гидро-и пневмоприводов;
- методы регулирования и автоматизации гидро-и пневмоприводов;

*уметь:*

- выбрать гидро-и пневмоприводы, обеспечивающие требуемые характеристики технологического оборудования;
- выполнить расчет гидро-и пневмоприводов;
- оценить и обеспечить надежность гидро-и пневмоприводов в эксплуатации;

*владеть:*

- основными принципами функционирования и структурой гидро- и пневмоприводов;
- основными элементами и их конструктивными особенностями гидро-и пневмоприводов;
- методами регулирования и автоматизации гидро- и пневмоприводов.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Гидро- и пневмоавтоматика» в соответствии с учебным планом по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по направлениям) – 144.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 3,5.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма получения высшего образования	дневная
Курс	4
Семестр	7
Лекции (часов)	34
Практические занятия (часов)	18
Лабораторные занятия (часов)	16
Всего аудиторных (часов)	68

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен - 7 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Применение гидромашин, гидро-и пневмоприводов и гидро-и пневмоавтоматики в современном машиностроении.

Введение. Применение гидромашин, гидроприводов и гидроавтоматики в современном машиностроении. Гидравлика как одна из общеинженерных дисциплин, обеспечивающих фундаментальную подготовку специалистов машиностроительного профиля

Тема 2. Основные физические свойства жидкостей.

Основные свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Сжимаемость. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Поверхностное натяжение. Особенности рабочих жидкостей, применяемых в гидросистемах, соответствующих специальности.

Тема 3. Гидростатика. Основные законы гидростатики.

Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Примеры применения законов гидростатики в гидросистемах, соответствующих специальности

Тема 4. Кинематика и динамика жидкости. Основные законы.

Кинематика и динамика жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Уравнение Бернулли для установившегося движения жидкости. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Моделирование гидродинамических явлений.

Тема 5. Теория ламинарного и турбулентного движения жидкости.

Ламинарное и турбулентное движение жидкости. Распределение скоростей по сечению круглой трубки. Потери напора на трение по длине трубы (формула Пуазейля). Турбулентное движение жидкости. Графики Никурадзе и Мурина. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Формулы для определения коэффициента Дарси и область их применения.

Тема 6. Местные гидравлические сопротивления.

Местные гидравлические сопротивления. Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов. Основная расчетная формула простого трубопровода. Потребный напор. Характеристика трубопровода. Последовательное и параллельное соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения жидкости. Инерционный напор. Гидравлический удар.

Тема 8. Гидромашины. Общие сведения и классификация.

Общие сведения о гидромашинах. Насосы и гидродвигатели. Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД.

Тема 9. Лопастные машины.

Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Уравнение Эйлера для насоса и турбин. Полезный напор. Коэффициент полезного действия насоса. Формулы подобия. Осевые насосы. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Характеристика насосной установки. Работа насоса на сеть. последовательная и параллельная установка насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов. Регулирование подачи. Кавитационная характеристика. Формула Руднева и ее применение.

Тема 10. Гидродинамические передачи.

Общие понятия. Назначение и области применения гидродинамических передач. Принцип действия и классификация. Рабочие жидкости. Гидродинамические муфты. Устройство и рабочий процесс гидромфты. Совместная работа гидромфты с двигателем. Регулирование гидромфты.

Тема 11. Объемные гидромашины.

Общие положения. Объемные насосы, принцип действия, общие свойства и классификация, применение в гидроприводах и в системах гидроавтоматики. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения. Графики подачи и способы ее выравнивания. Диафрагменные насосы. Поршневые компрессоры

Тема 12. Роторные гидромашины.

Роторные насосы. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых. Характеристики насосов.

Тема 13. Объемные гидродвигатели.

Гидродвигатели. Силовые гидроцилиндры. Их назначение и устройство. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели-гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых типов. Высокомоментные гидромоторы.

Тема 14. Объемный гидропривод.

Основные понятия. Принцип действия объемного гидропривода. Основные понятия. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и прочим признакам, элементы гидропривода (гидродвигатели, гидроаппаратура, фильтры, гидроаккумуляторы, гидрролинии).

Тема 15. Гидрооборудование и элементы гидро- и пневмоавтоматики.

Гидроаппараты и элементы гидроавтоматики. Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительное

устройство. Клапаны. Дроссельные устройства. Фильтры. Обозначение гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики по ЕСКД

Тема 16. Регулирование объемного гидро-и пневмопривода.

Схемы гидропривода и системы гидроавтоматики. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Стабилизация скорости. Синхронизация движения нескольких гидродвигателей.

Тема 17. Следящий гидропривод.

Следящий гидропривод. Назначение, принцип действия, схема и области применения следящего гидропривода в системах автоматического управления



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	«Гидро- и пневмоавтоматика»	34	18		16			
1	Введение. Применение гидромашин, гидроприводов и гидроавтоматики в современном тяжелом машиностроении.	2						Экзамен
2	Основные физические свойства жидкостей.	2						Экзамен
3	Гидростатика. Основные законы гидростатики.	2	2					Экзамен, защита практ. работ
4	Кинематика и динамика жидкости. Основные законы.	2	2		4			Защита практ. и лаборат. работы экзамен
5	Теория ламинарного и турбулентного движения жидкости.	2	4		2			Защита практ и лаборат. работ экзамен
6	Местные гидравлические сопротивления.	2	4		4			Защита практ. и лаборат работ
7	Гидравлический расчет трубопроводов	2						Экзамен
8	Гидромашинны. Общие сведения и классификация.	2						Экзамен

9	Лопастные машины.	2	2		2			Защита практ. и лаборат. работ экзамен
10	Гидродинамические передачи.	2						Экзамен
11	Объемные гидромашины. Общие свойства и классификация.	2						Экзамен
12	Роторные гидромашины.	2	2		2			Защита практ. и лаборат. работ экзамен
13	Объемные гидродвигатели.	2	2		2			Защита практ. и лаборат. работ экзамен
14	Объемный гидропривод.	2						Экзамен
15	Гидрооборудование и элементы гидро- и пневмоавтоматики.	2						Экзамен
16	Регулирование объемного гидро-и пневмопривода	2						Экзамен
17	Следящий гидропривод.	2						Экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Примерный перечень тем практических занятий

Целью проведения занятий является закрепление теоретического курса, приобретения навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

1. Гидростатика. Основные законы гидростатики.
2. Кинематика и динамика жидкости. Основные законы.
3. Теория ламинарного и турбулентного движения жидкости.
4. Местные гидравлические сопротивления.
5. Лопастные машины.
6. Роторные гидромашины.
7. Объемные гидродвигатели.

### Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Два режима течения жидкости.
2. Построение пьезометрической и напорной линии.
3. Определение коэффициента гидравлического трения и местные сопротивления.
4. Истечение жидкости через насадки.
5. Снятие характеристик центробежного насоса.
6. Изучение пластинчатого насоса.
7. Испытание гидроцилиндра.
8. Снятие характеристик шестеренного насоса.

### Вопросы к экзамену

1. Типы и назначение рабочих жидкостей. Физические свойства жидкости: плотность, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, поверхностное натяжение, растворимость газов в жидкости.
2. Вязкость жидкости. Коэффициенты вязкости, их зависимость от температуры и давления.
3. Силы, действующие на жидкость. Давление жидкости. Свойства гидростатического давления. Единицы измерения давления.
4. Приборы для измерения давления
5. Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в поле сил тяжести. Закон Паскаля.
6. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Плавание тел.
7. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Расход жидкости, уравнение расхода.
8. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.

9. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Коэффициент Кориолиса.
10. Классификация гидравлических сопротивлений. Коэффициенты гидравлических сопротивлений.
11. Два режима течения жидкости. Число Рейнольдса
12. Ламинарное течение жидкости в круглой трубе. Закон Пуазейля.
13. Турбулентное течение жидкости. Коэффициент Дарси. Формула Блазиуса. Ламинарный подслой и турбулентное ядро
14. Простые трубопроводы. Основная расчетная формула простого трубопровода. Характеристика трубопровода. Сопротивление трубопровода.
15. Соединение простых трубопроводов (последовательное и параллельное).
16. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. Графический метод определения рабочей точки.
17. Гидравлический удар. Понятия «прямой» и «непрямой» гидравлический удар. Формула Жуковского.
18. Классификация гидравлических машин по назначению и по принципу действия. Их применение в промышленности.
19. Основные параметры гидромашин (подача, напор, мощность, КПД).
20. Баланс энергии в лопастном насосе. КПД.
21. Центробежные насосы: назначение, устройство, рабочий процесс.
22. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса. Характеристика центробежного насоса.
23. Регулирование режима работы лопастных насосов.
24. Насосная установка и ее характеристика. Работа насоса на сеть
25. Последовательная и параллельная работа центробежных насосов на сеть.
26. Гидродинамические передачи. Классификация. Принцип действия.
27. Объемные гидромашинны. Величины, характеризующие рабочий процесс объемных насосов.
28. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство. Подача поршневого насоса.
29. Роторные гидромашинны, основные свойства и применение. Классификация роторных насосов и гидромоторов,
30. Радиально-поршневые гидромашинны (устройство и принцип действия, распределение рабочей жидкости).
31. Аксиально-поршневые гидромашинны. Кинематические схемы. Распределение рабочей жидкости.
32. Пластинчатые гидромашинны (устройство, принцип действия, основные параметры и конструктивные разновидности).
33. Шестеренные гидромашинны (устройство, принцип действия, основные параметры и конструктивные разновидности).
34. Объемные гидродвигатели: гидроцилиндры и поворотные гидродвигатели.

35. Аппаратура и элементы гидроавтоматики. Классификация управляющей аппаратуры.
36. Гидрораспределители. Типы, устройство, принцип действия.
37. Гидроклапаны (классификация, конструктивные схемы, принцип действия).
38. Гидродроссели (классификация, конструктивные разновидности, принцип действия).
39. Гидроаккумуляторы и фильтры. Условные обозначения элементов на гидросхемах. Устройство, классификация, применение.
40. Объемный гидропривод. Схемы объемного гидропривода.
41. Объемное регулирование гидропривода (схемы, принцип действия).
42. Дроссельное регулирование гидропривода с последовательным и параллельным включением дросселя)(схемы, принцип действия).

### 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;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам для участия в студенческой научно-технической конференции;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче экзамена.

### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

### 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;

- выступление на студенческой научно-технической конференции;
- текущая аттестация по успеваемости;
- сдача экзамена по дисциплине.

#### Основная литература

1. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. -М., Машиностроение, 1982.
2. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: учебное пособие для вузов / под ред. С.П.Стесина. – 2-е изд.стер. – Москва: Академия, 2006. – 334 [1] с.: ил. – (Высшее профессиональное образование.)
3. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики: учебное пособие для вузов / А.Ф. Андреев [и др.] – Минск: ВУЗ – ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998. – 224с.: ил.

#### Дополнительная литература

4. Некрасов Б.Б. и др. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Минск. ВШ, 1985.
5. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. / Б.Б. Некрасов, И.В. Фатеев, Ю.А. Беленков и др.; под ред. Б.Б. Некрасова. – Москва: Высш. шк., 1989.- 192 с.
6. Лабораторный курс гидравлики и насосов. О.В.Байбаков, Д.А.Бутаев, З.А.Калмыков и др. М.: 1989.
7. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. -М., Машиностроение, 1997.

#### Электронные учебно-методические комплексы

Пинчук В. В. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Гидро- и пневмопривод и гидро- и пневмоавтоматика» для студентов спец. 36 01 01 «Технология машиностроения», ГГТУ имени П. О. Сухого, 2013  
URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2619>

*Список литературы сверен АИ (Беленкова И. В.)*

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Проектирование приспособлений / Проектирование средств автоматизации	Тех.маш	нет  <i>Ильин</i> <i>(М.П. Кулагина)</i>	

Библиотека ГГУ Минского государственного университета