

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ГГТУ им. П.О.Сухого

О.Д.Асенчик

(подпись)

01.07. 2021

(дата утверждения)

Регистрационный № УД 32-55/уч.

ГИДРОПРИВОД МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Учебная программа для специальности

1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-36 01 01-2019;
учебных планов первой ступени высшего образования учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет имени
П.О. Сухого» I 36 - 1 - 05/уч. 06.02.2019, I 36 - 1 - 16/уч. 06.02.2019, I 36 - 1 -
09/уч. 05.02.2020, I 36 - 1 - 51/уч. 05.04.2019, I 36 - 1 - 41/уч. 12.02.2020 по
специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»

СОСТАВИТЕЛЬ

В.Б. Попов, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины»
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ

В.В. Подрез, заместитель заведующего конструкторским отделом
«Гидропневматические системы и оборудование», Научно-технического
центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»
(протокол № 9 от 27.04. 2021);

Научно-методическим Советом механико-технологического факультета
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет им. П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 27.05. 2021) УД 082-2/уч.

Научно-методическим Советом заочного факультета учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет им.
П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 03.06. 2021) УДз 101-2у

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет им. П.О. Сухого»
(протокол № 6 от 30.06.2021).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель изучения – освоение студентами методов проектирования и расчета гидроприводов мобильных технологических, в том числе уборочных машин, а также элементов гидроавтоматики.

Основными задачами являются изучение основ проектирования гидроприводов применяемых в мобильных машинах, в том числе: наиболее используемых в с/х машинах гидронасосов и гидродвигателей, аксиально-поршневых гидромашин, элементов гидроаппаратуры и гидроавтоматики, а также основ диагностики гидропривода мобильных машин.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения материалов дисциплины студент должен:
знать:

- основные направления разработки гидроприводов для уборочной техники;
- основные свойства рабочих жидкостей и их условное обозначение;
- устройство и принцип действия объемных гидромашин;
- условные обозначения элементов гидросистем, согласно действующим стандартам;
- принципы построения типовых схем гидроприводов;
- классификацию, устройство и принцип действия элементов гидравлических приводов, а также предъявляемые к ним требования;
- типовые схемы и конструкции гидроприводов и их элементов для уборочной техники;
- основы теории и расчета гидроэлементов и гидроприводов;
- основы математического моделирования и экспериментального исследования гидроприводов и их элементов;
- конструкции и характеристики гидравлических приводов мобильных машин;
- общие закономерности и методы анализа гидравлических систем.

уметь:

- провести статический и гидравлический расчеты гидроприводов;
- читать принципиальные гидравлические схемы;
- пользоваться справочными и периодическими изданиями по гидроприводам и гидросистемам;
- поставить и решить задачу выбора основных параметров гидроэлементов и гидроприводов технологических машин;
- рассчитывать гидроэлементы и гидроприводы мобильных машин на требуемые рабочие параметры с необходимыми характеристиками;

- проектировать и вести инженерные расчеты гидросистем мобильных машин.

владеть:

- навыками по составлению схем гидроприводов и гидросистем технологических машин;
- навыками по расчетам параметров упрощенных принципиальных схем гидроприводов;
- навыками по проведению испытаний гидроэлементов и гидроприводов на экспериментальных установках и стендах;

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» студент должен обладать определенными компетенциями:

- быть способным осваивать конструкцию и рабочие процессы гидропривода мобильных машин.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

- владеть принципами и основными навыками, приемами, методами настройки и адаптации гидроприводов мобильных машин в профессиональной деятельности.

- владеть информацией о современных системах и методах механизации и автоматизации производства в машиностроении и применять ее в своей профессиональной деятельности.

- использовать современные методы проектирования и оформления документации.

- заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью.

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, в соответствии с образовательным стандартом и учебным планом специальности I-36 12 01

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная,

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «гидропривод мобильных машин» в соответствии с учебными планами по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» для всех форм получения высшего образования составляет 108 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования составляет 3.0 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

	Дневная форма	Заочная сокращенная форма
Курс	4	3
Семестр	7	5,6
Лекции (часов)	30	4
Лабораторные занятия (часов)	15	2
Всего аудиторных (часов)	45	6
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Зачет, семестр	7	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Задачи проектирования гидропривода мобильных машин.

Предмет дисциплины «Гидропривод мобильных машин». Основные характеристики гидропривода. Формирование принципиальной схемы и математической модели простейшего гидропривода. Современные тенденции проектирования гидроприводов.

Тема 2. Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах и предъявляемые к ним требования.

Назначение и область применения рабочей жидкости. Требования, предъявляемые к рабочим жидкостям гидроприводов. Обзор типовых рабочих жидкостей. Выбор рабочей жидкости, подходящей гидроприводу конкретной мобильной машины.

Тема 3. Классификация и типовая последовательность разработки ГП
Управление скоростью рабочих органов ГП

Классификация ГП мобильных машин. Этапы разработки ГП. Способы управления скоростью гидродвигателей ГП мобильных машин

Тема 4. Независимое регулирование скорости рабочих органов ГП.
Дроссельное регулирование скорости рабочих органов. Объемное регулирование скорости рабочих органов.

Тема 5. Принципы построения гидросхем ГП. Систематизация принципиальных схем ГП мобильных машин

Приемы построения гидросхем ГП. Систематизация принципиальных схем ГП мобильных машин.

Тема 6. Основы построения адаптированного к нагрузке гидропривода.
Реализация LS-принципа в ГП мобильных машин. Примеры использования адаптированного к нагрузке ГП в аграрно-промышленном комплексе.

Тема 7. Гидронасосы (ГН) и гидромоторы (ГМ).

Назначение и условия работы ГН. Конструктивные исполнения ГН и ГМ, устройство и принцип действия шестеренных и аксиально-поршневых объемных ГН. Назначение и основные параметры гидромоторов. Описание функционирования ГМ различных типов. Критерии выбора ГН и ГМ.

Тема 8. Аксиально-поршневые гидромашины в мобильной технике.
Конструктивное исполнение и функции аксиально-поршневой гидромашины.

Открытая и закрытая системы циркуляции рабочей жидкости. Принцип работы аксиально-поршневых машин с наклонным блоком. Принцип

использования наклонного диска. Силы, действующие на приводной механизм с наклонным блоком и наклонным диском.

Тема 9. Гидроцилиндры в гидроприводах мобильных машин. Назначение и классификация гидроцилиндров. Конструктивное исполнение и специфика расчета гидроцилиндров.

Назначение и основные параметры. Виды гидроцилиндров в зависимости от принципа действия, описание функционирования. Конструктивное исполнение. Возможные типы крепления гидроцилиндров и рекомендации по установке.

Тема 10. Нагрузки, действующие на гидроцилиндр, в том числе, продольный изгиб штока гидроцилиндра при его осевом нагружении.

Продольный изгиб при наличии боковых нагрузок. Демпфирование конечного положения поршня на дне гидроцилиндра. Расчет тормозного усилия. Расчет среднего демпфирующего давления.

Тема 11. Гидроаппаратура в мобильной и уборочной технике. Гидропневмоаккумуляторы (ГПА) и их применение в мобильных машинах. Назначение и конструктивное исполнение. Задачи, решаемые ГПА. Применение ГПА с разделителем сред. Выбор типа ГПА для стандартных случаев применения. Фильтры и технология фильтрации рабочей жидкости. Гидрораспределители: назначение и типы. Предохранительные и переливные клапаны. Дроссели и регуляторы расхода. Условные обозначения элементов ГП. Обратные клапаны и гидрозамки.

Тема 12 Проектирование агрегатно-модульных гидроблоков управления гидроприводами мобильной техники.

Виды агрегатно-модульных гидроблоков. Преимущества использования агрегатно-модульных гидроблоков.

Тема 13 Применение следящего гидропривода в мобильной технике
Назначение, принцип действия, схемы и область применения следящего гидропривода в мобильных и уборочных машинах.

Тема 14. Основы технической диагностики ГП мобильных машин
Диагностика гидроприводов мобильных машин. Современные методы диагностирования гидропривода.

Тема 15. Особенности эксплуатации гидроприводов мобильных машин. Эксплуатационные материалы.
Специфика эксплуатации ГП мобильных машин. Материалы и комплектующие, используемые при эксплуатации мобильной техники. Требования охраны окружающей среды и экологической безопасности при эксплуатации ГП.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Иное		
1.	Введение. Задачи проектирования гидропривода мобильных машин.	2					
2.	Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах и предъявляемые к ним требования	2					
3.	Классификация и типовая последовательность разработки ГП Управление скоростью рабочих органов ГП	2					Устный опрос
4.	Независимое регулирование скорости рабочих органов ГП	2		2			ОЛР
5.	Принципы построения гидросхем ГП. Систематизация принципиальных схем ГП мобильных машин.	2		2			ОЛР
6.	Основы построения адаптированного к нагрузке гидропривода	2		2			ОЛР
7.	Гидронасосы (ГН) и гидромоторы (ГМ).	2		2			ОЛР
8.	Аксиально-поршневые гидромашины в мобильной технике. Конструктивное исполнение и функции аксиально-поршневой гидромашины.	2					Устный опрос
9.	Гидроцилиндры в гидроприводах мобильных машин. Назначение и классификация ГЦ. Конструктивное исполнение и специфика расчета ГЦ.	2					
10.	Нагрузки, действующие на ГЦ, в том числе, продольный изгиб штока ГЦ при его осевом нагружении.	2					Устный опрос
11.	Гидроаппаратура в мобильной и уборочной технике	2					
12.	Проектирование агрегатно-модульных гидроблоков управления гидроприводами мобильной техники.	2		2			ОЛР
13.	Применение следящего гидропривода в мобильной технике	2		2			ОЛР

14.	Основы технической диагностики гидроприводов мобильных машин	2		3			ОЛР
15.	Особенности эксплуатации гидроприводов мобильных машин. Эксплуатационные материалы	2					Устный опрос
	Количество часов	30		15			Зачет

ОЛР - отчет по лабораторной работе

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение. Задачи проектирования гидропривода мобильных машин.						
2.	Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах и предъявляемые к ним требования						
3.	Классификация и типовая последовательность разработки ГП Управление скоростью рабочих органов ГП						
4.	Независимое регулирование скорости рабочих органов ГП						
5.	Принципы построения гидросхем ГП. Систематизация принципиальных схем ГП мобильных машин.	2					опрос, ОЛР
6.	Основы построения адаптированного к нагрузке гидропривода	2		2			опрос, ОЛР
7.	Гидронасосы (ГН) и гидромоторы (ГМ).						
8.	Аксиально-поршневые гидромашины в мобильной технике. Конструктивное исполнение и функции аксиально-поршневой гидромашины.						
9.	Гидроцилиндры в гидрприводах мобильных машин. Назначение и классификация ГЦ. Конструктивное исполнение и специфика расчета ГЦ.						
10.	Нагрузки, действующие на ГЦ, в том числе, продольный изгиб штока ГЦ при его осевом нагружении.						
11.	Гидроаппаратура в мобильной и уборочной технике						
12.	Проектирование агрегатно-модульных гидроблоков управления гидроприводами мобильной техники.						
13.	Применение следящего гидропривода в мобильной технике						
14.	Основы технической диагностики гидроприводов мобильных машин						

15.	Особенности эксплуатации гидроприводов мобильных машин. Эксплуатационные материалы						
	Количество часов	4		2			зачет

ОЛР - отчет по лабораторной работе

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта [и др.]; под ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашин и передачи / В.В. Гуськов [и др.]; под ред. В.В. Гуськова. - Минск: Высшая школа, 1987. – 250 с.
3. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики / А.Ф. Андреев [и др.] – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998. – 224 с.
4. Лагерев А.В. Проектирование объемного насосного гидропривода подъемно-транспортных машин и оборудования: учеб. пособие / А.В. Лагерев. – Брянск: Изд-во Брянского ГТУ, 2003. – 232 с.
5. Павлов, В.П. Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин : учебное пособие / В.П. Павлов, А.Ю. Ахпашев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : СФУ, 2016. – 143 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497445> (дата обращения: 10.12.2019). – Библиогр.: в кн. – ISBN 978-5-7638-3405-5. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

6. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: учеб. пособие для студ. Высш. Учеб. заведений / Т.В. Артемьев [и др.]; под ред. С.П. Стесина. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.
7. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик [и др.]; под ред. М.О. Штейнберга. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
8. Буренин В.В. Объемные гидравлические приводы агрегатов технологического оборудования: учеб. пособие / В.В. Буренин. – Москва: Изд-во МАДИ (ТУ), 1998. – 167 с.
9. Попов, Д.Н. Гидромеханика: учеб. для вузов / Д.Н. Попов [и др.]; под ред. Д.Н. Попова. - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 384 с.
10. Попов В.Б. Гидропривод мобильных сельскохозяйственных машин: курс лекций для студентов дневной и заочной форм обучения */специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники». – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2012. – 93 с.
11. Попов В.Б. Гидропривод мобильных сельскохозяйственных машин: практикум для студентов дневной и заочной форм обучения

специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники». – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2014. – 63 с.

12. Элементы объемного гидропривода : учебное пособие / В.В. Соловьев, Е.В. Заргарян, Ю.А. Заргарян и др. ; Министерство образования и науки РФ, Институт радиотехнических систем и управления, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. – 106 с. : табл., ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462024> (дата обращения: 10.12.2019). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

13. Тихоненков, Б.П. Гидравлика и гидроприводы: учебное пособие / Б.П. Тихоненков ; Министерство транспорта Российской Федерации, Агенство морского и речного флота, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2005. – Ч. 1. Гидравлика. – 113 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430697> (дата обращения: 10.12.2019). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

14. Тихоненков, Б.П. Гидравлика и гидроприводы: учебное пособие / Б.П. Тихоненков ; Министерство транспорта Российской Федерации, Агенство морского и речного флота, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2005. – Ч. 2. Гидроприводы. – 41 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430698> (дата обращения: 10.12.2019). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

Электронный учебно-методический комплекс

19. Попов В.Б. Гидропривод мобильных сельскохозяйственных машин: электронный учебно-методический комплекс дисциплины /В.Б.Попов; кафедра «Сельскохозяйственные машины».- Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2015. Режим доступа <https://elib.gstu.by>.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Анализ принципиальных схем гидроприводов мобильных машин.
2. Изменение давления в элементарных гидросистемах
3. Гидросистема силовых гидроцилиндров. Подбор гидроцилиндра. Экспериментальное определение основных параметров объемного ГП.
4. Гидросистема рабочих органов. Расчет коэффициента запаса по давлению для гидросистемы.
Снятие статических характеристик и определение параметров гидромашин и гидроаппаратов мобильной машины.
5. Гидросистема рулевого управления. Подбор гидроаппаратуры. Изучение работы шестеренного ГН и снятие его характеристики

6. Испытания гидроусилителя рулевого управления.
Снятие статической характеристики объемной гидромашины
7. Расчет выходных параметров гидроцилиндра.
Определение основных параметров поршневого гидроцилиндра
8. Примеры использования (определение параметров) гидропневмо-аккумуляторов.
9. Примеры использования (определение параметров) фильтров.
10. Диагностика неисправности гидропривода мобильных машин.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Задачи проектирования гидропривода мобильной технологической и уборочной машин.
2. Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах.
3. Конструктивное исполнение гидронасосов мобильных машин
4. Классификация гидромоторов мобильных машин
5. Шестеренные насосы наружного зацепления
6. Требования, предъявляемые к рабочим жидкостям
7. Условное обозначение гидронасосов. Критерии выбора гидронасосов.
8. Многотактные аксиальнопоршневые гидромоторы
9. Варианты конструктивного исполнения и функции аксиально-поршневой гидромашины.
10. Специфика расчета гидроцилиндра.
11. Применение регулируемых насосов с наклонным блоком в гидросистемах открытой и закрытой циркуляции
12. Характеристики, конструктивные особенности и функционирование гидромоторов.
13. Конструктивное исполнение гидроцилиндров
14. Продольный изгиб штока гидроцилиндра
15. Фильтры и технология фильтрации рабочей жидкости
16. Многотактные радиальнопоршневые гидромоторы.
17. Гравитационные фильтры. Центрифуги. Выжимание жидкости
18. Варианты конструктивного исполнения и функции аксиально-поршневой гидромашины.
19. Гидрораспределители. Назначение и типы.
20. Открытые системы циркуляции рабочей жидкости.
21. Обратные, переливные и предохранительные клапаны.
22. Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах мобильных машин.
23. Дроссели и регуляторы рас хода
24. Задача проектирования гидропривода мобильной машины
25. Применение следящего гидропривода в мобильной технике
26. Техника монтажа гидроаппаратуры на мобильных машинах
27. Назначение и классификация гидроцилиндров.
28. Особенности эксплуатации гидроприводов мобильных машин

29. Демпфирование конечного положения поршня гидроцилиндра
30. Диагностика гидроприводов мобильных машин.
31. Портативный гидротестер DNM403
32. Гидропневмоаккумуляторы и их применение в мобильной и уборочной технике.
33. Цифровой манометр НРМ110
34. Гравитационные фильтры. Центрифуги. Выжимание жидкости.
35. Использование аксиально-поршневых насосов в LS (load sensing) гидроприводах
36. КПД гидропривода мобильных машин.
37. Проектирование агрегатно-модульных гидроблоков управления гидроприводами мобильной техники.
38. Особенности эксплуатации гидроприводов мобильных машин. Эксплуатационные материалы.
39. Выбор типа ГПА для стандартных случаев применения.
40. Требования охраны окружающей среды и экологической безопасности при эксплуатации ГП.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче зачета по учебной дисциплине «Гидропривод мобильных машин» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

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. Проектирование с/х техники для растениеводства	СХМ	Нет _____ (подпись) В.Б. Попов (ФИО)	