

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
УО ГГТУ им. П.О.Сухого

\_\_\_\_\_ А.А.Бойко  
(подпись)

04.07. 2019  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-<sub>маг</sub> 108 /уч.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ  
РАБОЧИХ МАШИН**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении»

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта ОСВО 1-36 80 02-2019; типового учебного плана специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» № I 36-2-002 / пр.-тип. 21.03.2019, учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» № I 36-2-02/уч. 03.04.2019; I 36-2-10/уч. 03.04.2019.

**Составитель:**

Д.Л. Стасенко, доцент кафедры «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

**Рецензенты:**

Заведующий кафедры «Сельскохозяйственные машины» к.т.н., доцент Попов В.Б.  
Заместитель директора ОАО «САЛЕО-ГОМЕЛЬ» к.т.н. Борисов Е.П.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 24.05.2019);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 24.06.2019); УД-ТМ-278/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа нового поколения по курсу «Теоретические принципы исследований и испытаний рабочих машин» предназначена для преподавателей в качестве руководства в работе с магистрантами специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении».

Программа составлена в соответствии с «Порядком разработки и утверждения учебных программ и программ практики для реализации содержания образовательных программ высшего образования», утв. Приказом Министерства образования от 27.05.2019 г., образовательным стандартом и учебными планами специальности.

### **1. Цели и задачи учебной дисциплины**

Объектом изучения дисциплины «Теоретические принципы исследований и испытаний рабочих машин» являются современные принципы проведения исследовательских испытаний узлов, агрегатов и машин в целом.

**Целью дисциплины** является изучение организации проведения экспериментальных исследований рабочих машин, обработки и анализа полученных результатов.

**Задачами дисциплины** является формирование у студентов знаний и навыков:

- по методике проведения экспериментальных исследований;
- по особенностям составления планов экспериментальных исследовательских испытаний;
- по методам и правилам выбора контрольно-измерительных приборов и аппаратов;
- по выбору рациональных методов математической обработки результатов экспериментальных исследований и испытаний.

В результате освоения этой дисциплины магистрант должен:

**ЗНАТЬ:**

- роль исследований и испытаний в совершенствовании и разработке рабочих машин;
- классификацию, назначение и особенности испытаний и исследований рабочих машин;
- организацию проведения эксперимента;
- назначение и классификацию измерительно-регистрающей аппаратуры, приемы работы с ней;
- методы планирования эксперимента и обработки данных с использованием ЭВМ.

**УМЕТЬ:**

- составить рабочую программу эксперимента;
- разработать методику проведения эксперимента с учетом планирования опытов;

- определить приборную базу эксперимента и точность при измерениях;
- произвести обработку и анализ полученных результатов эксперимента с использованием ЭВМ;
- обеспечить выполнение безопасных методов проведения эксперимента и требований охраны окружающей среды.

### **Место учебной дисциплины**

Дисциплина «Теоретические принципы исследований и испытаний рабочих машин» является учебной дисциплиной государственного компонента и является ключевой в модуле «Физико-технические основы формирования инновационных технологий в машиностроении».

### **2. Требования к компетенциям магистра**

Магистр, освоивший содержание образовательной программы дисциплины «Теоретические принципы исследований и испытаний рабочих машин» магистратуры по специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении», должен обладать, углубленными профессиональными компетенциями:

УПК-3. Владеть информацией о теоретических принципах, методах и средствах исследований и испытаний рабочих машин, уметь применять её при создании новых и модернизации существующих машин.

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

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теоретические принципы исследований и испытаний рабочих машин» для специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» составляет для всех форм получения образования – 90 часов.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

<b>Вид занятий, курс, семестр</b>	<b>Дневная форма</b>	<b>Заочная форма</b>
Курс	1	1
Семестр	1	1
Лекции (часов)	34	10
Практические занятия (часов)	-	-
Всего аудиторных (часов)	34	10
<b>Форма текущей аттестации по учебной дисциплине</b>		
Зачет (семестр)	1	1

Форма получения высшего образования: дневная и заочная.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетных единицы.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Общие сведения об экспериментальных методах исследований и испытаний**

Роль исследований в совершенствовании и разработке гидропневмосистем мобильных и технологических машин. Классификация испытаний. Особенности контроля, диагностирования и прогноза качества функционирования гидропневмосистем. Основные требования к испытаниям гидропневмосистем мобильных и технологических машин. Измеряемые параметры гидропневмосистем.

### **Тема 2. Измерительная аппаратура**

Общие сведения о методах и средствах измерений. Требования к системам измерения. Характеристики измерительной аппаратуры. Типы преобразователей для измерения давления, расхода, температуры рабочих сред, деформации, момента, частоты вращения и других параметров. Тензометрирование. Аналоговые и цифровые измерительные приборы.

### **Тема 3. Регистрирующая аппаратура**

Общие сведения о регистрирующей аппаратуре. Классификация регистрирующей аппаратуры. Требования к регистрирующей аппаратуре. Особенности конструкций, принцип действия и технические характеристики осциллографов, дисплейных устройств, графопостроителей, усилителей и устройств сопряжения. Тарировка измерительно-регистрирующей аппаратуры (статическая и косвенная). Обработка результатов тарировки.

### **Тема 4. Информационно-измерительные системы (ИИС) и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)**

Общие сведения об информационно-измерительных системах и измерительно-вычислительных комплексах. Информационная модель. Сканирующие и многоточечные ИИС и ИВК параллельного действия. Общая характеристика ИВК и интерфейсов.

### **Тема 5. Методологические основы исследований и испытаний**

Постановка задачи эксперимента. Разработка программы и методики экспериментальных исследований. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Организация проведения эксперимента. Методологическое обеспечение экспериментальных исследований. Рабочее место экспериментатора и его организация. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента.

### **Тема 6. Методы стендовых испытаний и исследований**

Особенности стендовых испытаний и исследований. Режимы стендовых испытаний. Методы ускоренных испытаний. Приборы и средства обработки результатов исследований.

**Тема 7. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований**  
Основы теории случайных ошибок и методы оценки случайных погрешностей в измерениях. Статистические и графические методы обработки результатов измерений.

**Тема 8. Методы аппроксимации результатов измерений эмпирическими зависимостями**

Регрессионный анализ. Оценка адекватности теоретических решений. Применение ЭВМ и графопостроителей для обработки и анализа результатов эксперимента.

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля зна
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общие сведения об экспериментальных методах исследований и испытаний	4						зачет
2	Измерительная аппаратура	4						зачет
3	Регистрирующая аппаратура	4						зачет
4	Информационно-измерительные системы (ИИС) и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)	4						зачет
5	Методологические основы исследований и испытаний	4						зачет
6	Методы стендовых испытаний и исследований	6		-		-	-	зачет
7	Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований	4						зачет
8	Методы аппроксимации результатов измерений эмпирическими зависимостями	4						зачет
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>34</b>		-		-	-	

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля зна
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общие сведения об экспериментальных методах исследований и испытаний	1						зачет
2	Измерительная аппаратура	1						зачет
3	Регистрирующая аппаратура	1						зачет
4	Информационно-измерительные системы (ИИС) и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)	1						зачет
5	Методологические основы исследований и испытаний	1						зачет
6	Методы стендовых испытаний и исследований	2		-		-	-	зачет
7	Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований	2						зачет
8	Методы аппроксимации результатов измерений эмпирическими зависимостями	1						зачет
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>10</b>		-		-	-	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Исследования и испытания гидропневмосистем машин: Учебно-методическое пособие для ВУЗов / Б.Ю. Желтовский, М.Г. Халамонский, В.С. Шевченко. - Мн.: УП "Технопринт", 2004. – 204 с.
2. Леонов, А. Н. Основы научных исследований и моделирования : учебно-методический комплекс для вузов /А. Н. Леонов, М. М. Дечко, В. Б. Ловкис. -Минск: БГАТУ, 2010. - 275 с.
3. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили : теория и технологические свойства. -Москва : Колосс, 2004. - 503 с. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
4. Берестнев Я. О. Новые методы экспериментального определения критериальных параметров динамических систем приводных механизмов : монография. - Минск: Технопринт, 2004. - 116с.
5. Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов : учеб. пособие для вузов. - Москва : Академия, 2005. - 283с. - (Высшее профессиональное образование)

## Дополнительная учебная и научная литература

1. Автомобили: Испытания: Учеб. пособие для вузов / В.М.Беляев, М.С.Высоцкий, Л.Х.Гилелес и др.: Под ред. А.И.Гришкевича, М.С. Высоцкого. Мн.: Выш.шк., 1991. - 187 с.
2. Автомобили. Лабораторный практикум. Учеб. пособие для вузов. / Г.Е.Атлас, Д.М.Ломако, В.Г.Ревский, В.А.Сергеенко; Под ред. А.И. Гришкевича. - Мн.: Выш.шк., 1992. - 271 с.
3. Белов С.М., Солонский А.С. Тракторы. Ч.IV. Испытания. Учеб. пособие для вузов. Под общ. ред. В.В.Гуськова. - Мн.: Выш.шк., 1986. - 192 с.
4. Дмитриев В.Н., Домогаров А.Ю., Кравцов В.В. Испытания гидропневмоприводов роботов и манипуляторов. Обработка результатов экспериментальных исследований. Московский автомоб.-дорожн. ин-т. - М., 1987.-54 с.
5. Шушкевич В.А. Основы электротензометрии. Мн.:Выш.шк., 1975. -352с.
6. Обработка и анализ информации автоматизированных испытаний. Р.И.Адамов, В.С.Боровик, С.В.Дмитриев и др. - М.: Машиностроение, 1987. -216с.
7. Основы научных исследований. Учебник для техн. вузов. Под ред. В.И.Круготова, В.В.Попова. - М.: Высш.шк., 1989. - 400 с.
8. Никитин О.Ф., Холин К.М. Объемные гидравлические и пневматические приводы. - М: Машиностроение, 1981. - 269 с.
9. Элементы теории испытаний и контроля технических систем. Под ред. Р.И.Юсупова. -Л.: Энергия, 1978. - 192 с.
10. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. - М.: «Мир», 1972. -361с.

11. Володарский Е.Т., Калиновский Б.Н., Туз Ю.М. Планирование и организация измерительного эксперимента. - К.: Выщ. шк. Головное из-во, 1987.-280 с.

#### Учебно-методические комплексы и электронные курсы

- Стасенко, Д. Л. Исследования и испытания гидропневмосистем : электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студентов спец. 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" / Д. Л. Стасенко, Д. В. Лаевский. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015.

#### Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Устный опрос.  
Письменно-устный зачет.  
Реферат.

#### Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины:

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на практических занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Виды и особенности испытаний
2. Исследовательские испытания
3. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы.
4. Измерительная аппаратура
5. Регистрирующая аппаратура
6. Измерение давления рабочей жидкости
7. Измерение потока (расхода) жидкости (воздуха)
8. Измерение мощности
9. Измерение параметров шумовых характеристик
10. Измерение объема (емкости)
11. Измерение времени
12. Измерение температуры
13. Регистрирующая аппаратура
14. Информационно-измерительные и измерительно-вычислительные комплексы
15. Стендовое оборудование для испытаний технологических машин
16. Общие требования к испытательному оборудованию
17. Оборудование для ресурсных испытаний
18. Основные задачи и цели испытаний
19. Экспериментально-статистические методы исследований надежности и работоспособности
20. Области применения и особенности планирования экспериментов
21. Экспериментальные работы при исследованиях надежности
22. Организация испытаний
23. Планирование испытаний при построении математической модели
24. Методы оптимизации многофакторных экспериментов
25. Методы стендовых испытаний и исследований
26. Ускоренные испытания на долговечность
27. Полигонные и дорожные испытания мобильных машин
28. Статистические методы анализа
29. Вероятностно-статистические методы оценки надёжности
30. Определение случайной ошибки при измерениях
31. Графические методы обработки результатов опытов
32. Математический анализ данных испытаний и методы подбора эмпирических формул

## Организация самостоятельной работы магистрантов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных специальных научно-исследовательских 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, тестовых заданиях 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 консультативных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

## 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
Научные основы технологии машиностроения	Технология машиностроения	нет А.В. Петухов