

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГАТУ

_____ Н.Н. Романюк

«_____» _____ 2022 г.

Регистрационный № УД - _____/уч.

**МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности

1-74 80 09 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-74 80 09-19., утвержденного и введенного в действие 09.07.2019

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Н. Басаревский, доцент кафедры моделирования и проектирования учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

Н.Г. Серебрякова, заведующий кафедрой моделирования и проектирования учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат педагогических наук, доцент;

В.Н. Скорын, начальник конструкторского бюро опытного производства Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра технической эксплуатации автомобилей Белорусского национального технического университета;

В.В. Паневчик, доцент кафедры физикохимии материалов и производственных технологий учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой моделирования и проектирования учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

(протокол № 3 от 26.10.2022 г.)

Заведующий кафедрой _____ Н.Г. Серебрякова

Научно-методическим советом агроинженерского факультета учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

(протокол № _____ от « _____ » _____ г.)

Председатель НМС _____ Т.А. Непарко

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

(протокол № _____ от « _____ » _____ г.)

Председатель НМС _____ А.В. Миранович

НОРМОКОНТРОЛЬ:

Начальник центра научно-методической и учебной работы _____ Л.К. Ловкис

Директор библиотеки _____ С.П. Драницына

Ответственный за научное редактирование и выпуск: Н.Г. Серебрякова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-74 80 09-19., утвержденного и введенного в действие 09.07.2019.

Цель дисциплины – формирование системы знаний, умений, навыков и специализированных компетенций для проведения испытаний машин и оборудования.

Задачи дисциплины:

- изучение перспективных методов испытаний машин и оборудования;
- приобретение навыков использования многоцелевых информационно-измерительных комплексов;
- ознакомление с современными технологиями поддержки принятия решений.

В результате изучения дисциплины магистрант должен

знать:

- характеристики средств измерения;
- виды аппаратуры для измерений;
- основные положения концепции неразрушающего контроля;
- перспективные методы мониторинга состояния машин и оборудования;
- принципы работы многоцелевых информационно-измерительных комплексов.

уметь:

- выбирать соответствующий метод измерений;
- вести базу данных результатов измерений с отслеживанием их изменений;
- выполнять простые испытания;
- классифицировать, интерпретировать и давать оценку результатам испытаний (включая приемочные испытания) на соответствие требованиям технических условий и стандартов;
- давать рекомендации относительно небольших корректирующих действий;
- понимать причины и последствия неправильных измерений.

Подготовка специалистов в рамках дисциплины должна обеспечить формирование компетенции:

СК-3 Быть способным использовать научно обоснованные методы и приемы технической экспертизы машин и оборудования для решения научно-исследовательских и инновационных задач.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ и наименование раздела	Общее количество часов	Ауд. часов	В том числе				
			лекции (час)		практические занятия (час)		всего УСРС по модулю (час)
			часы по плану	в том числе	часы по плану	в том числе	
2 семестр (зачет)	120	48	24		24		
Основные понятия об испытаниях и контроле машин и оборудования. Государственные стандарты.			2		2		
Измеряемые величины и характеристики средств измерения			2		2		
Классификация испытаний и испытательного оборудования			2		2		
Перспективные методы диагностирования электродвигателей и электрических машин			2		2		
Механические испытания на прочность, пластичность, усталость и коррозионную стойкость			2		2		
Испытания на ударные воздействия			2		2		
Вибродиагностический метод неразрушающего контроля. Современные средства вибродиагностических испытаний			2		2		
Испытания на надежность			2		2		
Концепция неразрушающего контроля			2		2		
Перспективные методы мониторинга состояния машин и оборудования			2		2		
Стендовые испытания ДВС			2		2		
Многоцелевые информационно-измерительные комплексы			2		2		

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Основные понятия об испытаниях и контроле машин и оборудования. Государственные стандарты

Испытание, объект испытания, программа испытаний, методика испытаний, метод испытаний, протокол испытаний.

Контроль. Основные задачи производственного контроля. Виды контроля: входной, пооперационный (технологический), выходной, инспекционный контроль. специальный контроль. Производственный контроль.

Прямые, косвенные, совместные, совокупные и динамические измерения.

Характеристики средств измерения

Активный контроль. Пассивный контроль. Метод измерения. Виды методов сравнения: Образцовые средства измерения. Цифровые отсчетные устройства. Регистрирующие отсчетные устройства.

Классификация испытаний и испытательного оборудования

По назначению; по уровню проведения испытаний: по этапам разработки, по испытаниям готовой продукции, по условиям и месту проведения, по виду воздействия, по результату воздействия, по определяемым характеристикам объекта.

Перспективные методы диагностирования электродвигателей и электрических машин

Системы вибрационной диагностики. Метод, основанный на измерении искрения в щёточно-коллекторном устройстве как источника электромагнитных волн.

Механические испытания

Механические испытания на прочность, пластичность, усталость и коррозионную стойкость.

Испытания на ударные воздействия

Характер ударных воздействий и средства измерения параметров удара.

Вибродиагностический метод неразрушающего контроля. Современные средства вибродиагностических испытаний

Анализ вибрации, сбор вибрационных данных. Аппаратура, применяемая для вибрационного контроля. Основные характеристики датчиков и аппаратуры вибрационного контроля. Общие сведения о программном обеспечении для периодического и непрерывного вибромониторинга.

Методология диагностической оценки технического состояния машинного оборудования. Техническое обслуживание промышленного оборудования. Методология нормирования вибрации и распознавания ТС промышленного оборудования. Организация и проведение исследований и

испытаний оборудования. Виброналадка оборудования. Аппаратура и проведение измерений, оценка их качества. Современное состояние и направления развития неразрушающего контроля

Испытания на надежность

Значение и виды испытаний на надежность. Определительные испытания на надежность.

Концепция неразрушающего контроля

Основные методы и технологии. Задачи концепции. Структура и организационная схема управления системой неразрушающего контроля.

Перспективные методы мониторинга состояния машин и оборудования

Определение задач по осмотру, чистке и настройке. Оценка пересечения задач производства с задачами по техобслуживанию. Документация задач. Обучение менеджмента производства управлению заказами и задачами по основному уходу. Определение ключевых показателей эффективности. Принципам документации.

Стендовые испытания ДВС

Классификация видов испытаний по признакам, определяющим программу и методы проведения испытаний.

Многоцелевые информационно-измерительные комплексы

Принцип действия комплексов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер занятия	Наименование раздела, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на занятие	Лекции	Практические занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные понятия об испытаниях и контроле машин и оборудования. Государственные стандарты Испытание, объект испытания, программа испытаний, методика испытаний, метод испытаний, протокол испытаний.	2	2			[1]	[2,3]	
2	Контроль. Основные задачи производственного контроля. Виды контроля: входной, пооперационный (технологический), выходной, инспекционный контроль. специальный контроль. Производственный контроль. Прямые, косвенные, совместные, совокупные и динамические измерения.	2		2				Устный опрос
3	Характеристики средств измерения Активный контроль. Пассивный контроль. Метод измерения. Виды методов сравнения:	2	2			[1, 2]	[3]	
4	Образцовые средства измерения. Цифровые отсчетные устройства. Регистрирующие отсчетные устройства.	2		2			[4, 6]	Устный опрос
5	Классификация испытаний и испытательного оборудования По назначению: исследовательские, контрольные, сравнительные, определительные; по уровню проведения испытаний: государственные; по этапам разработки продукции: доводочные, предварительные, приемочные; по испытаниям готовой продукции: квалификационные,	2	2			[1, 2]	[2, 5]	

	предъявительские, приемосдаточные, периодические, инспекционные, типовые, аттестационные, сертификационные.							
6	Классификация испытаний и испытательного оборудования По условиям и месту проведения испытаний: лабораторные, стендовые, полигонные, натурные, с использованием моделей, эксплуатационные; по продолжительности испытаний: нормальные, ускоренные, сокращенные; по виду воздействия: механические, климатические, термические, радиационные, электрические, электромагнитные, магнитные, химические, биологические; по результату воздействия: неразрушающие, разрушающие, испытания на прочность, испытания на устойчивость; по определяемым характеристикам объекта: функциональные, испытания на надёжность, испытания на безопасность, испытания на транспортабельность граничные испытания, технологические испытания.	2		2			[3]	Устный опрос
7	Перспективные методы диагностирования электродвигателей и электрических машин Системы вибрационной диагностики.	2	2				[3]	
8	Метод, основанный на измерении искрения в щёточно-коллекторном устройстве как источника электромагнитных волн	2		2		[1, 2]	[8, 11]	Устный опрос
9	Механические испытания Механические испытания на прочность, пластичность	2	2				[3, 9]	
10	Механические испытания на усталость и коррозионную стойкость	2		2		[1, 2]	[2, 5]	Устный опрос
11	Испытания на ударные воздействия	2	2				[3]	
12	Характер ударных воздействий и средства измерения параметров удара	2		2		[1, 2]	[3]	Устный опрос
13	Вибродиагностический метод неразрушающего контроля. Современные средства вибродиагностических испытаний Аппаратура, применяемая для вибрационного контроля. Основные характеристики датчиков и аппаратуры	2	2			[1, 2]	[2, 4]	

	вибрационного контроля. Общие сведения о программном обеспечении для периодического и непрерывного вибромониторинга							
14	Анализ вибрации, сбор вибрационных данных. Методология диагностической оценки технического состояния машинного оборудования. Техническое обслуживание промышленного оборудования. Методология нормирования вибрации и распознавания ТС промышленного оборудования. Организация и проведение исследований и испытаний оборудования. Виброналадка оборудования. Аппаратура и проведение измерений, оценка их качества. Современное состояние и направления развития неразрушающего контроля	2		2		[1, 2]	[3, 4]	Устный опрос
15	Испытания на надежность Значение и виды испытаний на надежность.	2	2			[1, 2]	[3]	
16	Определительные испытания на надежность	2		2		[1, 3]	[2]	Устный опрос
17	Концепция неразрушающего контроля Основные методы и технологии. Задачи концепции.	2	2			[1, 3]	[2]	
18	Структура и организационная схема управления системой неразрушающего контроля.	2		2			[4, 6]	Устный опрос
19	Перспективные методы мониторинга состояния машин и оборудования Определение задач по осмотру, чистке и настройке. Оценка пересечения задач производства с задачами по техобслуживанию. Документация задач. Обучение менеджмента производства управлению заказами и задачами по основному уходу.	2	2				[2, 5]	
20	Определение ключевых показателей эффективности. Принципы документации.	2		2			[3]	Устный опрос
21	Стендовые испытания ДВС Классификация видов испытаний по признакам, определяющим программу и методы проведения испытаний.	2	2				[3]	
22	Стендовые испытания ДВС Классификация видов испытаний по признакам, определяющим программу и методы проведения испытаний.	2		2			[3, 2]	Устный опрос

23	Многоцелевые информационно-измерительные комплексы	2	2					
24	Принцип действия комплексов.	2		2			[3]	Устный опрос
ИТОГО:		48	24	24				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень материального обеспечения занятий

Система дистанционного обучения и контроля *Moodle*.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы магистратуры по направлению подготовки "Агроинженерия" / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 277 с.

2. Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Автомобили и автомобильное хозяйство", "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям)" направления подготовки дипломированных специалистов "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" и бакалавров и **магистров** по направлению подготовки "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Ю. В. Баженов. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. - 320 с.

3. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для магистратуры / В. И. Рейзлин ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 127 с.

4. Яковлев, С. В. Теория систем и системный анализ : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02, 11.04.02 - "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" квалификации (степени) "бакалавр", "магистр" и 11.05.04 - "Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи" квалификации "специалист" / С. В. Яковлев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2015. - 320 с.

5. Спицын, В. Г. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Спицын, Ю. Р. Цой ; М-во образования и науки РФ, НИТПУ. - Электронные данные. - Томск : Издательство ТПУ, 2012. - Заглавие с экрана.

6. Ермольев, Ю. И. Основы проектирования сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс] : учебник / Ю. И. Ермольев, А. Д. Чистяков ; Тульский государственный университет ; под общ. ред. Ю. И. Ермольева. - Электронные данные (15 917 631 байт). - Тула : Гриф и К, 2006. - 640 с.

Технические нормативные правовые акты

1. ТКП 148-2008 (02150). Испытания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья. Основные положения. – Введ. 2009-02-01. – Минск : Минсельхозпрод, 2009. – 24 с.
2. ТКП 194-2009 (02150). Сельскохозяйственная техника. Испытания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для переработки сельскохозяйственного сырья. Техническая экспертиза. – Введ. 2010-01-01. – Минск : Минсельхозпрод, 2009. – 32 с.
3. СТБ 1080-2011. Порядок выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по созданию научно-технической продукции. – Взамен СТБ 1080-2007 ; введ. 2012-02-01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 22 с.
4. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – Взамен ГОСТ 20915-75 ; введ. 2015-01-01. – Минск : Госстандарт, 2014. – 28 с.
5. ГОСТ 27548-97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги. – Взамен ГОСТ 27548-87 ; введ. 1999-03-01. – Минск : Госстандарт, 2014. – 12 с.
6. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – Введ. 1990-06-01. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 12 с.
7. ГОСТ 4808-87. Сено. Технические условия. – Взамен ГОСТ 4808-75 ; введ. 1988-05-01. – Минск : Госстандарт, 2018. – 8 с.
8. ГОСТ 23637-90. Сенаж. Технические условия. - Взамен ГОСТ 23637-79, кроме пп. 3.1, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 ; введ. 1991-05-01. – Минск : Госстандарт, 2017. – 14 с.
9. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. – Введ. 1977-01-01. - Минск : Госстандарт, 2011. – 12 с.
10. ГОСТ Р 50779.21-2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Ч. 1. Нормальное распределение. – Взамен ГОСТ Р 50779.21-1996 ; введ. 2004-06-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 47 с.
11. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. - Взамен ГОСТ 16504-74 ; введ. 1982-01-01. - Минск : Госстандарт, 2008. – 32 с.

12. 151-2008. Сельскохозяйственная техника. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей. – Введ. 2009-02-01. – Минск : Минсельхозпрод, 2008. – 20 с.

13. СТБ 1578-2005. Техника сельскохозяйственная. Разработка и постановка на производство. – Введ. 2006-01-01. – Минск : Госстандарт, 2005. – 24 с.

Дополнительная

7. Гасанов, Э. Э. Интеллектуальные системы. Теория хранения и поиска информации : учебник для бакалавриата и магистратуры : учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим, естественнонаучным направлениям / Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 289 с.

8. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебник и практикум для академического бакалавриата : учебник и практикум для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям : учебное пособие для студентов инженерно-технических вузов при изучении курсов "Инженерная графика", "Инженерная и компьютерная графика". Т. 1 / А. Л. Хейфец [и др.] ; под ред. А. Л. Хейфеца. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 329 с.

9. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры : учебник и практикум для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / Л. А. Станкевич. - Москва : Юрайт, 2017. - 397 с.

Интернет-ресурсы

10. Компания «Метрологический Консалтинг». Классификация испытаний и испытательного оборудования. – Режим доступа: <https://metrcons.ru/info/articles/ispytatelnoe-oborudovanie/klassifikatsiya-ispytaniy-i-ispytatelnogo-oborudovaniya/>. – Дата доступа: 25.09.2022.

11. Механизмы и Технологии : проект. – Режим доступа: <https://mehaniika.ru/lektsii-po-tekhnicheskim-temam/30-tekhnicheskie-sredstva-dlya-provedeniya-ispytaniy.html>. – Дата доступа: 21.10.2022.

12. Сайт КиберЛенинка. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-kontseptsii-vibrodiagnosticheskikh-metodov-nerazrushayuschego-kontrolya-sovremennye-predstavleniya>. – Дата доступа: 25.09.2022

13. Сайт Docplayer.ru. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/57466844-Metody-i-sredstva-izmereniy-ispytaniy-i-kontrolya.html>. – Дата доступа: 25.09.2022.

ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Средствами диагностики по учебной дисциплине служат:

1. Устный опрос.
2. Тесты.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Основные задачи производственного контроля. Виды контроля: входной, пооперационный (технологический), выходной, инспекционный контроль. специальный контроль. Производственный контроль. Прямые, косвенные, совместные, совокупные и динамические измерения.

2. Образцовые средства измерения. Цифровые отсчетные устройства. Регистрирующие отсчетные устройства.

3. Классификация испытаний и испытательного оборудования. По условиям и месту проведения испытаний: лабораторные, стендовые, полигонные, натурные, с использованием моделей, эксплуатационные; по продолжительности испытаний: нормальные, ускоренные, сокращенные; по виду воздействия: механические, климатические, термические, радиационные, электрические, электромагнитные, магнитные, химические, биологические; по результату воздействия: неразрушающие, разрушающие, испытания на прочность, испытания на устойчивость; по определяемым характеристикам объекта: функциональные, испытания на надёжность, испытания на безопасность, испытания на транспортабельность граничные испытания, технологические испытания.

4. Метод, основанный на измерении искрения в щёточно-коллекторном устройстве как источника электромагнитных волн.

5. Механические испытания на усталость и коррозионную стойкость.

6. Характер ударных воздействий и средства измерения параметров удара.

7. Анализ вибрации, сбор вибрационных данных. Методология диагностической оценки технического состояния машинного оборудования. Техническое обслуживание промышленного оборудования. Методология нормирования вибрации и распознавания ТС промышленного оборудования. Организация и проведение исследований и испытаний оборудования. Виброналадка оборудования. Аппаратура и проведение измерений, оценка их качества. Современное состояние и направления развития неразрушающего контроля.

8. Определительные испытания на надежность

9. Структура и организационная схема управления системой неразрушающего контроля.

10. Определение ключевых показателей эффективности. Принципы документации.

11. Стендовые испытания ДВС. Классификация видов испытаний по признакам, определяющим программу и методы проведения испытаний

12. Многоцелевые информационно-измерительные комплексы. Принцип действия комплексов.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ
УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

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)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ на 20__ - 20__ учебный год**

№п.п.	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры моделирования и проектирования (протокол № 4 от 26.10.2022 г.)

Заведующий кафедрой

_____ Н.Г. Серебрякова

Нормоконтроль

Начальник ЦНМ и УР

_____ Л.К. Ловкис

«СОГЛАСОВАНО»

Декан АМФ

В.Б. Ловкис