

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Политехнический институт
Кафедра автомобильного транспорта



Датчики физических величин
Дисциплина по направлению
190600.62 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

Е.И.Грошев
« 28 » 12 2012 г.

Разработал

Доцент, к.т.н.

П.А.Трофимов
« 28 » 12 2012 г.

Принято на заседании
кафедры

Заведующий кафедрой

А.Н.Чадин
« 28 » 12 2012 г.

Великий Новгород
2012

1 Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у выпускников профессиональных знаний в области транспортно-технологических машин и комплексов и выработка стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, умению использования в своей профессиональной деятельности основных законов естественно-научных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях.

Задачами дисциплины являются формирование у выпускников таких профессиональных компетенций как:

- умение использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10),
- готовность к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов (ПК-1),
- готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов (ПК-2),
- умение проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, оказывать содействие подготовке процесса их выполнения и обеспечения необходимыми техническими данными, материалами, оборудованием (ПК-4).

2 Место дисциплины в структуре ООП направления подготовки

Дисциплина входит в вариативную часть цикла — Б2 ВВ2.1. Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 1900600.62 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Освоение дисциплины предполагает знание школьного курса естествознания и таких дисциплин цикла Б.2 , как математика и физика.

Базовые знания, полученные при изучении данного курса, используются при освоении дисциплин: цикла Б.3 — электроника и электрооборудование ТиТТМО, устройство автомобилей, автотроника.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- умение использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10),

- готовность к участию в составе коллектива исполнителей к разработке проектно-конструкторской документации по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов (ПК-1),
- готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов (ПК-2),
- умение проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, оказывать содействие подготовке процесса их выполнения и обеспечения необходимыми техническими данными, материалами, оборудованием (ПК-4)
- способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций (ПК-14),
- способность к участию в составе коллектива исполнителей при выполнении лабораторных, стендовых, комплексных, приемо-сдаточных и иных видов испытаний систем и средств эксплуатации транспортно технологических машин и комплексов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Трудоемкость дисциплины и формы аттестации

Очная форма обучения:

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам
		6
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т.ч.: - зачет.	2	2
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):		
- лекции	18	18
- практические занятия	18	18
- в том числе, аудиторная СРС	12	12
- вне аудиторная СРС	36	36
Аттестация:		
- зачет	-	-

Заочная форма обучения:

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам
		2
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т.ч.: - зачет.	2	2
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):		
- лекции	8	8
- вне аудиторная СРС	64	64
Аттестация:		
- зачет		

Сокращённая форма обучения:

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	
		1	2
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т.ч.: - зачет.	2		2
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
- лекции		1	4
- вне аудиторная СРС		(установочная)	67
Аттестация:			
- зачет			

4.2 Содержание дисциплины

Модуль, раздел (тема), КП/КР	№ недели	Трудоемкость по видам УР, АЧ				Баллы рейтинга		Рекомендуемые источники
		Лекции	Пр 3	Ауд. СРС	Вне ауд. СРС	Пороговый	Максимальный	
Раздел 1. Введение Содержание и объем курса, рекомендованная литература	1	1						
Раздел 2. Классификация и основные характеристики Понятие датчика, требования к датчикам, основные метрологические характеристики датчиков, структурные схемы построения датчиков.	2	2	3	2	6			1,2,3
Раздел 3. Датчики температуры Международная техническая шкала температур. Классификация датчиков температур. Датчики на основе расширения газов, жидкостей и металлов. Датчики на основе зависимости сопротивления, емкости и индуктивности. Пирометры.	3	3	3	2	6	10	20	
Раздел 4. Датчики давления Упругие элементы датчиков давления. Датчики на основе изменения уровня жидкости, зависимости сопротивления, емкости и давления. Датчики давления на эффекте Холла, пьезоэффекте, резонансные датчики.	4,5	3	3	2	6	10	20	
Раздел 5. Датчики расхода газов и жидкостей Понятие турбулентного и ламинарного потоков. Единицы измерения расхода. Датчики по перепаду давления, механические датчики, термоанемометры, вихревые датчики расхода, MEMS-датчики.	6,7,8	3	3	2	6	10	20	
Раздел 6. Датчики состава газов и жидкостей Единицы измерения концентрации и основные определения. Оптические датчики концентрации. Термокондуктометрические датчики. Абсорбционные анализаторы.	9,10,11	3	3	2	6	10	20	

Датчики кислорода. Измерители дымности.								
Раздел 7. Согласование датчиков со средствами измерения Масштабирующие устройства, мосты, измерительные усилители.	12, 13	3	3	2	6	10	20	
Итого	18	18	18	12	36	50	100	

4.3 Формирование компетенций студентов

№ раздела дисциплины	Трудоемкость раздела, АЧ	компетенции
1.	1	ОК-10, ПК-1,10
2.	13	ОК-10, ПК-2,4,14,19
3.	18	ОК-10, ПК-2,4,14,19
4.	18	ОК-10, ПК-2,4,14,19
5.	18	ОК-10, ПК-2,4,14,19
6.	18	ОК-10, ПК-2,4,14,19
7.	18	ОК-10, ПК-2,4,14,19

5 Образовательные технологии

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- лабораторные работы (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, формирование практических навыков работы с измерительными системами);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций по темам домашних работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

Формы проведения лекционно-практических занятий по дисциплине представлены в таблице (рекомендуемые).

Тема занятий	Форма проведения
Раздел 1. Содержание курса. Введение	Вводная лекция.
Раздел 2. Классификация и основные характеристики	Информационная лекция. ПЗ
Раздел 3. Датчики температуры	Информационная лекция. ПЗ
Раздел 4. Датчики давления	Информационная лекция. ПЗ
Раздел 5. Датчики расхода газов и жидкостей	Информационная лекция. ПЗ
Раздел 6. Датчики состава газов и жидкостей	Информационная лекция. ПЗ
Раздел 7. Согласование датчиков со средствами измерения	Информационная лекция. ПЗ

6 Оценочные средства контроля успеваемости

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

– **текущий:** контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с литературой;

Темы практических занятий:

ПЗ-1 – Расчет основных метрологических характеристик датчиков.

ПЗ-2 – Расчет динамических характеристик датчиков температуры.

ПЗ-3 – Расчет гистерезиса упругих элементов датчиков давления.

ПЗ-4 – Расчет точностных характеристик расходомеров

ПЗ-5 – Расчет погрешности газового анализатора

ПЗ-6 - Расчет масштабирующих схем .

Виды заданий на СРС:

1. Каждый студент готовит реферат по предложенным темам (**приложение Е**).
2. Домашние занятия по курсу для углубленного изучения следующих разделов:
 - а) Перспективы совершенствования датчиков скорости и ускорения.
 - б) MEMS — датчики,
 - в) Датчики в системах курсовой стабилизации автомобилей
 - г) Датчики в системах EGR.
 - д) Датчики в сервисных системах автомобилей.
 - е) Датчики систем охранной сигнализации автомобилей.

– **рубежный:** предполагает использование педагогических тестовых материалов для аудиторного контроля знаний (примеры заданий в тестовой форме даны в **приложении А**); учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

– **семестровый:** *зачет* осуществляется посредством суммирования баллов за семестр.

Технологическая карта дисциплины с оценкой различных видов учебной деятельности по этапам контроля приведена в **приложении В**.

Критерии оценки качества освоения дисциплины студентами:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 50 – 69 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 70 – 89 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 90 – 100 баллов.

Критерий	В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует
пороговый	знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения;
стандартный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения;
эталонный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

7.1.1 Основная литература

1. Клаассен Клаас Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. Учебное пособие.-Долгопрудный: Интеллект. 2008. 350 с.
2. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений : Учеб. для вузов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2004. - 330с.
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2005.

7.1.2 Дополнительная литература

1. Информационно- измерительная техника и технологии. Под ред. Г.Г.Раннева. – М.: Высшая школа, 2002.- 452с.
2. Попечителей Е.П. Физические и физико-химические методы исследования жидкостей: Уч. пособие. – Л.: ЛЭТИ, 1988. – 60с.

7.2 Содержание контрольных работ для ЗФО

Контрольная работа направлена на самостоятельное освоение учебного материала.

Контрольная работа оформляется в виде отчета на листах формата А4. Указания по выполнению контрольной работы представлены в методических указаниях, **приложение Д.**

Вариант контрольной работы должен соответствовать последним двум цифрам номера зачетки.

Оформление КР должно соответствовать требованиям:

- Оформление контрольной работы в соответствии с требованиями ЕСКД.
- Контрольная работа сдается преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Зачет по дисциплине без зачета по контрольной работе не приниматься.

Карта учебно-методического обеспечения представлена в **приложении Г**.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходим компьютерный класс, оборудованный мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций и учебная лаборатория, оснащенная учебными макетами по лабораторным работам, измерительными генераторами и осциллографами, аналоговым и цифровым мультиметрами.

Приложение А

Пример заданий в тестовой форме для рубежного контроля
(на примере темы «Классификация и основные характеристики датчиков»)

1. Что такое — датчик физической величины?
 - а) техническое устройство;
 - б) **средство измерения;**
 - в) сенсор.
2. Что такое — функция преобразования датчика?
 - а) установившееся выходное значение;
 - б) зависимость датчика от температуры;
 - в) **зависимость отклика датчика на естественную физическую величину.**
3. Что такое — естественная физическая величина?
 - а) **физическая величина на которую рассчитан датчик;**
 - б) физическая величина входящая в систему СИ;
 - в) физическая величина, воздействующая на датчик.
4. Что такое — диапазон измерения ДФВ?
 - а) диапазон рабочих температур датчика,
 - б) диапазон изменения сигнала на выходе датчика,
 - в) **диапазон изменения измеряемой ФВ при заданной точности.**
5. Какая физическая величина предпочтительна на выходе датчика?
 - а) **напряжение,**
 - б) линейное перемещение,
 - в) сопротивление.

Приложение Б
Вопросы к самостоятельному контролю знаний по дисциплине
«Датчики физических величин»

- 1 Поясните структурную схему измерения и контроля.
- 2 Что такое датчик или первичный измеритель преобразования.
- 3 Перечислите основные требования предъявляемые к датчиком.
- 4 Перечислите и поясните основные метрологические характеристики датчиков.
- 5 Поясните принцип измерения температуры на явление расширения материалов. Приведите примеры.
- 6 Поясните принцип измерения температуры на зависимость сопротивления материалов. Приведите примеры и сравните терморезистора с термистором.
- 7 Термопары. Принцип работы, характеристики и применение.
- 8 Пирометры. Принципы построения, характеристики и применение.
- 9 Датчики давления. Принцип работы тензорезистора. Параметры и характеристики.
- 10 Упругие элементы в датчиках давления. Материалы, характеристики.
- 11 Измерение давления по уровню жидкости. Технический манометр.
- 12 Понятие ламинарного и турбулентного потоков. Единицы измерения расхода газов и жидкостей.
- 13 Вихревые расходомеры.
- 14 Измерение расхода с помощью трубки Вентури.
- 15 Ультразвуковые расходомеры.
- 16 Расходомеры флюгерного типа.
- 17 MEMS- расходомеры.
- 18 Оптические газоанализаторы.
- 19 Термо- кондуктометрические газоанализаторы.
- 20 Абсорбционные газоанализаторы.

Приложение В
Технологическая карта дисциплины
Трудоемкость дисциплины 2 ЗЕ = 50*2=100 баллов.

Недел и сем естра	Виды учебной работы и трудоемкость	Аудиторный контроль теоретических знаний (в баллах)	Практические занятия (в баллах)	Оценка по итогам работы студента в семестре (в баллах)	Творческий рейтинг по итогам вне ауд. СРС	Зачет (в баллах)
6 сем.		0-40	0 – 25	0 – 10	0 – 25	
	1 этап	0 – 20	0-10	0-5	0-15	
1						
2			ПЗ1			
3			ПЗ2		Тема а) (5б)	
4			ПЗ3			
5			ПЗ4		Тема б) (5б)	
6			ПЗ5			
7			ПЗ6		Тема в) (5б)	
8			ПЗ7			
9		Тест (20 б.)	ПЗ8			
	1 этап. Рубежная аттестация (не менее 25 баллов из 50 баллов)					
	2 этап	0-20	0-15	0 – 5	0 – 10	
10			ПЗ10			
11			ПЗ11		Тема г) (5б)	
12			ПЗ12			
13			ПЗ13		Тема д) (5б)	
14			ПЗ14			
15			ПЗ15			
16			ПЗ16			
17			ПЗ17			
18		Тест (20 б.)	ПЗ18			
	Итоговая аттестация (не менее 50 баллов из 100 баллов)					

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 50 – 69 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 70 – 89 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 90 – 100 баллов.

Приложение Г

Карта учебно-методического обеспечения

Дисциплины Датчики физических величин

Направление 1900600.62 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Форма обучения: дневная, (заочная и заочная ускоренная)

Дн./ф. об. – Всего часов 36, из них: лекций - 18, практические занятия - 18

Таблица 1 - Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания	Вид занятия	Число часов, обеспечиваемых изд.	Кол. экз. в библ. НовГУ (на каф.)	Прим
1.Клаассен Клаас Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. Учебное пособие.-Долгопрудный: Интеллект. 2008. 350 с.	Лекция, пр.з, СРС.	8	2	
2.Раннев Г.Г. Методы и средства измерений : Учеб.для вузов. - 2-е изд.,стер. - М. : Академия, 2004. - 330с.	лекции пр.з, СРС.	8	3	
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2005.	лекции, пр.з, СРС.	8	1	

Таблица 2 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание издания	Вид занятия	Число часов, обеспечиваемых изд.	Кол. экз. в библ. НовГУ (на каф.)	Примеч.
1 Рабочая программа / Авт.-сост. П.А.Трофимов НовГУ. – Новгород, 2011.			2 экз. каф. АТ	
2 Виглеб Г. Датчики.- М. Высшая школа . 1981	лекции	24	1 экз. каф. АТ	

Учебно-методическое обеспечение дисциплины - 100%

Действительно для учебного года 2012/2013.

Зав. кафедрой АТ _____ А.Н.Чадин

Приложение Д

Темы контрольной работы

Задание 1.

Электрический термометр включен в мостовую схему измерения температуры в диапазоне $T = (0 \dots 50)$ С. Преобразование температуры в напряжение $U(T)$ осуществление мостом, в одно из плеч которого включен пленочный терморезистор $R(T)$. Значение ТКС никелевого или платинового датчиков составляют $\lambda = 5,4 * 0,001$ и $\lambda = 3,9 * 0,001$ 1/град соответственно. Основные сопротивления плеч одинаковы и равны R_0 . При питании моста от источника постоянного напряжения $U_0 = 15В$ ток температуры ограничивается сопротивлением $R_{огр}$.

Определить: Значение сопротивления $R_{огр}$, построить реальную характеристику преобразования $U_p(T)$ и сравнить ее с линейной $U_l = Kt$ по величине погрешности на средней температуре диапазона измерения.

Максимальный ток через ограничительный резистор определяется при $T = 0^\circ\text{C}$ по мощности рассеяния терморезистора $P_{\text{расс.}}$ при которой погрешность от саморазогрева $\Delta T = P/E$ не превышает допустимого значения. Коэффициент самонагрева E мВт/град задан в таблице.

Для четных вариантов взять платиновые датчики, а для нечетных вариантов - никелевые датчики..

Таблица вариантов.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔT град.	0,5	0,2	0,4	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,2	0,5
E мВт/град.	2	1	4	2	2	3	4	4	1	2
R_0 Ом	100	200	100	500	100	200	100	100	500	200
R_v кОм	400	200	500	200	400	500	200	400	200	500
F_0 Гц	6	5	4	5	5	4	8	5	8	5

Задание 2.

- Описать принцип работы оптического газоанализатора.
- Зависят ли показания абсорбционного газоанализатора от расхода газовой смеси, от температуры газовой смеси?
- В чем отличие хроматографического газоанализатора от других.
- Какая разница между расходомером и счетчиком.
- В чем принцип работы ультразвукового расходомера, вихревого расходомера?

Приложение Е

Темы рефератов для вне аудиторной СРС

1. Применение датчиков температуры на автомобильном транспорте.
2. Применение датчиков давления на автомобильном транспорте.
3. Применение датчиков расхода жидкостей на автомобильном транспорте.
4. Применение датчиков газов на автомобильном транспорте.
5. Датчики в системе управления ДВС.
6. Датчики в системе управления трансмиссией автомобиля.
7. Датчики в системе управления тормозами автомобиля.
8. Датчики в системе управления подвеской автомобиля.
9. Датчики в системе охранной сигнализации автомобиля.
10. Датчики в системе диагностики автомобиля.

Приложение Ж

Вопросы для самопроверки по темам вне аудиторной СРС

Тема 1:

- Что такое ДФВ?
- Требования к ДФВ?
- Место ДФВ в системе управления.

Тема 2

- Классификация ДФВ.
- Структурные схемы ДФВ.
- Характеристики ДФВ.

Тема 3:

- Международная техническая шкала температур.
- Классификация и характеристика датчиков температуры.
- Датчики на основе биметаллических пластин.
- Терморезистивные датчики.
- Термисторные датчики.
- Пирометры.
- Термопары.

Тема 4:

- Упругие элементы датчиков давления.
- Тензорезистивные датчики.
- Емкостные датчики
- Индуктивные датчики.
- Пьезоэлектрические датчики.
- Датчики давления на эффекте Холла.

Тема 5:

- Расходомеры по перепаду давления.
- Флюгерные расходомеры.
- Ультразвуковые расходомеры.
- Вихревые расходомеры.
- MEMS- расходомеры.

Тема 6:

- Оптические газоанализаторы.
- Термокондуктометрические газоанализаторы.
- Абсорбционные газоанализаторы.