

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра машиностроения и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Б1.В.06**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Автомобили и автомобильное хозяйство**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	20
4.4 Практические занятия.....	20
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	21
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>23</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>23</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ..	24
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>30</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>30</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>31</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>35</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>36</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к экспериментально-исследовательской виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Привить навыки практической деятельности в подготовке и проведении исследовательских работ по научной тематике направления.

## Задачи дисциплины:

- планирование, постановка и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин (НТТМ), их технологического оборудования и создания комплексов на их базе;
- проведение испытаний НТТМ и их технологического оборудования.

Код компетенции 1	Содержание компетенций 2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине 3
ПК-19	способность в составе коллектива исполнителей к выполнению теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	<b>знать:</b> - способы стандартных испытаний технологических процессов; <b>уметь:</b> - проектировать технологические процессы в составе авторского коллектива; <b>владеть:</b> - методами выбора конструкций аппаратов с учетом качества сырья и продукции
ПК-21	готовность проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений	<b>знать:</b> - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; <b>уметь:</b> - планировать и проводить физические и химические эксперименты, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения; <b>владеть:</b> - способами обработки результатов исследований и оценки погрешностей
ПК-22	готовность изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин	<b>знать:</b> - способы стандартных испытаний технологических процессов; <b>уметь:</b> - проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий; <b>владеть:</b> - методами анализа результатов сертификационных испытаний продукции

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.06 «Основы научных исследований» относится к вариативной части и базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин предыдущих семестров.

Дисциплина «Основы научных исследований» представляет основу для изучения дисциплин: «История отрасли и введение в специальность», «Конструкция и эксплуатационные свойства ТИТМО», «Теория механизмов и машин».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Реферат	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	4	-	108	12	4	-	8	92	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по курсам, час
			4
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	12	2	12
Лекции (Лк)	4	-	4
Практические занятия (ПЗ)	8	2	8
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	92	-	92
Подготовка к практическим занятиям	52	-	52
Подготовка к зачету	24	-	24

<b>III. Промежуточная аттестация: зачет</b>		4	-	4
Общая трудоемкость дисциплины	час.	108	-	108
	зач. ед.	3	-	3

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для заочной формы обучения:

№ раз- дела и тем	Наименование раздела и тем дисциплины	Трудоем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая са- мостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя- тельная ра- бота обуча- ющихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Экспериментальное оборудо- вание и стенды</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>36</b>
1.1	Градуировка датчиков	23	1	2	20
1.2	Оценка погрешностей приборов и измерительных каналов	18	1	1	16
<b>2.</b>	<b>Методики проведения экспе- риментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>31</b>
2.1	Построение характеристик жест- кости пневматических шин в раз- личных режимах нагружения ко- леса в лабораторных условиях	22,5	0,5	2	20
2.2	Разработка и освоение методик испытания пневматических шин в дорожных условиях	12,5	0,5	1	11
<b>3.</b>	<b>Методы обработки экспери- ментальных данных</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
3.1	Построение экспериментальных характеристик жесткости	14,5	0,5	1	13
3.2	Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде. Построение модели.	13,5	0,5	1	12
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>92</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

###### Раздел 1. Экспериментальное оборудование и стенды.

###### Тема 1.1. Градуировка датчиков.

Градуировка датчика охватывает совокупность операций, позволяющих в графической или алгебраической форме выразить соотношение между значениями измеряемой величины и электрическими величинами на выходе с учетом всех дополнительных факторов, которые могут изменить выходной сигнал датчика.

Этими дополнительными факторами могут быть:

а) связанные с измеряемой величиной физические величины, к которым чувствителен датчик (знак и скорость изменения измеряемой величины, физические свойства ее материального носителя);

б) независимые от измеряемой величины физические величины, воздействию которых подвержен работающий датчик и которые, следовательно, могут изменять его выходной сигнал;

в) параметры окружающей среды (температура, влажность) или параметры, связанные с питанием (амплитуда и частота напряжения, необходимого для работы датчика).

Под градуировкой мер или измерительных приборов понимают операцию нанесения отметок на шкалу меры или измерительного прибора. При отсутствии шкалы под градуировкой понимают определение зависимости между измеряемой величиной и соответствующим параметром меры или измерительного прибора.

Различают абсолютные и относительные методы градуировки акустических измерительных приборов.

В акустических измерениях чаще всего применяют приемники звукового давления, поэтому при абсолютном методе градуировки воспроизводят звуковое давление методом, позволяющим непосредственно оценить звуковое давление в единицах измерения (ньютон на квадратный метр), а затем вычисляют чувствительность как отношение напряжения, развиваемого акустическим преобразователем, к известному звуковому давлению.

При относительной градуировке сравнивают чувствительности образцового и градуируемого приборов.

Проверка — совокупность действий, производимых с целью оценки погрешностей мер и измерительных приборов. В первую очередь при проверке выясняют, может ли данная мера или прибор обеспечить необходимую точность измерения, т. е. соответствуют ли их точностные характеристики регламентированным значениям.

При проверке мер и приборов, предназначенных для применения без поправок, определяют, не выходят ли их погрешности, а также некоторые другие показатели (например, неравномерность частотной характеристики чувствительности преобразователей) за установленные пределы и не превышают ли они допускаемые значения. При проверке мер и приборов, применяемых с учетом поправок к их показаниям, необходимо определять значения поправок. В связи с этим повышаются требования к образцовым приборам, а процесс проверки становится более трудоемким.

Основной погрешностью прибора называют погрешность, определяемую при «нормальных» условиях. Под нормальными условиями, при которых должна проводиться проверка, понимают, как правило, температуру  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , атмосферное давление  $750 \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$  и влажность  $65 \pm 15\%$ .

Допустимые отклонения от нормальных условий при проведении проверки указывают в стандартах на проверку, методических указаниях, технических условиях и других нормативных документах.

Существуют следующие основные способы проверки: непосредственное сличение; компарирование; проверка по образцовой мере; измерение поверяемым прибором величин, воспроизводимых мерой.

*Активная форма ведения занятия – 1 час.*

## Тема 1.2. Оценка погрешностей приборов и измерительных каналов.

Измерительные каналы систем автоматизации могут включать в себя несколько средств измерений различных типов, например, датчики, измерительные преобразователи, модули аналогового и частотного ввода и вывода. Погрешность такой системы желательно определять экспериментальным путем [МИ], однако это не всегда возможно или целесообразно. В таких случаях используют расчетный метод.

Исходными данными для расчета погрешности измерительных каналов являются ([ГОСТ]):

- метрологические характеристики средств измерений;
- погрешность метода измерений (методическая погрешность);
- характеристики влияющих величин (например, окружающая температура, влажность);
- характеристики измеряемого сигнала.

ГОСТ 8.009 [ГОСТ] для всех типов средств измерений устанавливает следующий комплекс метрологических характеристик, который указывается в эксплуатационной документации на средства измерений:

- систематическая составляющая основной погрешности;
- среднеквадратическое отклонение случайной составляющей основной погрешности;
- дополнительная погрешность для каждой из влияющих величин;
- динамическая погрешность.

Некоторые средства измерений обладают гистерезисом - для них кроме перечисленных погрешностей указывается случайная составляющая основной погрешности, вызванной гистерезисом.

Основная погрешность может быть указана без разделения ее на части (на систематическую, случайную и погрешность от гистерезиса), и этот вариант является наиболее распространенным. Случайную составляющую указывают в случае, когда она больше 10% от систематической [ГОСТ].

Дополнительная погрешность указывается в виде функции влияния внешнего фактора на основную погрешность или ее составляющие: систематическую и случайную. Обычно эта функция представляет собой линейную зависимость и тогда указывается только коэффициент влияния, например, 0,05%/°C.

Динамическая погрешность указывается с помощью одной из следующих характеристик: импульсная, переходная, амплитудно-частотная и фазочастотная, амплитудно-фазовая характеристика, передаточная функция. Для минимально-фазовых цепей указывается только амплитудно-частотная характеристика, поскольку фазо-частотная однозначно может быть получена из амплитудно-частотной характеристики.

Для расчета методической погрешности могут быть указаны сопротивления проводов, среднеквадратическое значение или спектральная плотность помех в них, емкость, индуктивность и сопротивление источника сигнала, а также другие факторы, которые возникают при создании системы, включающей средства и объект измерений.

Характеристики измеряемого сигнала задаются в виде функции от времени или функции спектральной плотности. Для случайного входного сигнала задается спектральная плотность мощности или автокорреляционная функция. Во многих случаях для оценки погрешности бывает достаточно знания скорости нарастания входного сигнала.

Перед суммированием все погрешности делятся на следующие группы:

- систематические и случайные;
- в группе случайных - коррелированные и некоррелированные;
- аддитивные и мультипликативные;
- основные и дополнительные.

Такое деление необходимо потому, что систематические и случайные погрешности, а также коррелированные и некоррелированные суммируются по-разному, а аддитивные погрешности нельзя складывать с мультипликативными.

Если некоторые погрешности указаны в виде доверительных интервалов, то перед суммированием их нужно представить в виде среднеквадратических отклонений (см. раздел "Точечные и интервальные оценки погрешности").

Дополнительные погрешности могут складываться с основными либо перед суммированием погрешностей, либо на заключительном этапе, в зависимости от поставленной задачи. Второй вариант часто предпочтительнее, поскольку он позволяет оценивать погрешность всего измерительного канала в зависимости от величины внешних влияющих факторов в конкретных условиях эксплуатации.

При последовательном соединении нескольких средств измерений погрешности, проходя через измерительный канал с передаточной функцией (функцией преобразования) могут усиливаться или ослабляться. Для учета этого эффекта используют коэффициенты влияния, которые определяются как. Все погрешности перед суммированием приводят к выходу (или входу) измерительного канала путем умножения (деления) на коэффициент влияния. В дальнейшем будем предполагать, что такое приведение уже выполнено.

Погрешности средств измерений являются случайными величинами, поэтому при их суммировании в общем случае необходимо учитывать соответствующие законы распределе-

ния. На практике пользуются более грубыми упрощенными методами, разработанными математической статистикой.

Математическое ожидание погрешностей средств измерений, как правило, равно нулю. Если это не так, то его (в виде поправки) складывают с систематической составляющей погрешности. В средствах автоматизации введение поправки выполняется автоматически с помощью микроконтроллера, входящего в состав средств измерений. Математическое ожидание случайной составляющей всегда равно нулю, поскольку при нормировании метрологических характеристик его относят к систематической составляющей.

Наиболее полное определение итоговой погрешности измерительного канала состояло бы в нахождении функции распределения суммы нескольких погрешностей измерения. Однако функция распределения суммы случайных величин находится с помощью операции свертки, что приводит к значительным практическим трудностям. Поэтому для оценки итоговой погрешности ограничиваются только суммированием дисперсий погрешностей.

Погрешности суммируют по однородным группам, затем находят общую погрешность, используя геометрическое суммирование для случайных погрешностей и алгебраическое для детерминированных.

*Активная форма ведения занятия – 1 час.*

## Раздел 2. Методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях.

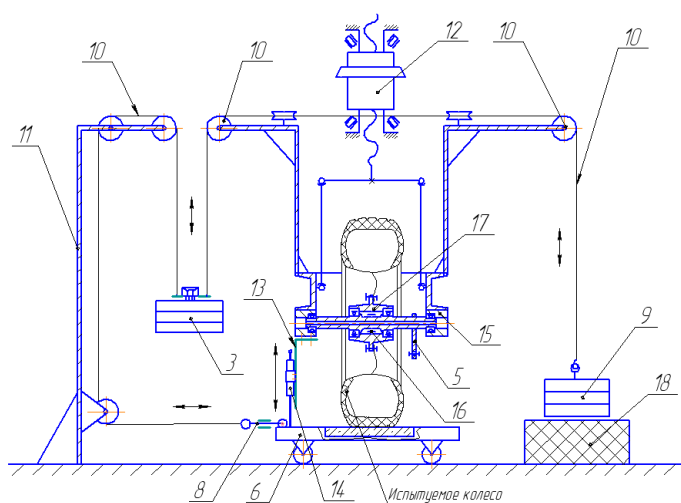
### Тема 2.1. Построение характеристик жесткости пневматических шин в различных режимах нагружения колеса в лабораторных условиях.

#### **Методика проведения экспериментов при догрузении колеса продольной или боковой силами (комплексное нагружение).**

Методика испытания шин при комплексном нагружении колеса направлена на построение характеристик нормальной жесткости шин в квазистатическом режиме для оценки влияния параметров комплексного нагружения на нормальную жесткость и поглощающую способность шины, а также при варьировании параметров их эксплуатационного состояния (внутреннего давления воздуха  $p_w$ , уровня статической нагрузки  $P_{zc}$ ).

##### 1. Комплексное боковое нагружение

Режим комплексного нагружения колеса реализуется на шинном стенде СКН с использованием устройства догружения боковой силой.



3, 10 – элементы догружения; 8, 9 – элементы компенсации; 18 – упругое основание

Схема стенда СКН, укомплектованного для испытания шин при комплексном боковом нагружении колеса

Методика эксперимента предусматривает непрерывный процесс нагружения испытуемой шины как основным силовым фактором – нормальной силой, так и дополнительным –



боковой силой. Такой процесс реализуется при помощи специально созданной установки дополнительного нагружения, в состав которой входят элементы догружения, элементы компенсации и упругое основание.

Наиболее трудоемким этапом проведения экспериментальных исследований шины при комплексном нагружении колеса является подготовительный этап, когда определяются и подбираются поролоновые листы упругого основания с необходимыми жесткостными свойствами, обеспечивается неискаженная работа шины и элементов измерения нормальной силы, выставляется и компенсируется программное значение дополнительной нагрузки.

Подготовку стенда к эксперименту следует проводить в следующей последовательности:

Собрать информационную измерительную систему. Произвести градуировку датчиков нормальной силы (тензооси) 17, боковой силы (тензозвена) 8 и датчика линейных перемещений 14.

На раме стенда закрепить колесо с испытуемой шиной, шину накачать до давления согласно программы испытания. Собрать тросово-блочную систему, которую в свою очередь соединить с динамометрической площадкой 6. Тензорезисторы тензооси выставить в горизонтальной плоскости и зафиксировать, с помощью фиксатора тензооси 5. На опорном кронштейне 15 закрепить стойку датчика линейных перемещений 13 и соответственно сам датчик 14.

Методика проведения эксперимента состоит в следующем.

После включения механизма вертикального нагружения колесная рама начнет поворачиваться вниз вокруг шарнирного узла, нагружая испытуемую шину. Вместе с рамой опустится компенсационная площадка с грузами 9,10 и, взаимодействуя с упругим основанием 18, начнет уравниваться за счет жесткости поролоновых листов. По мере вертикального нагружения шины следует создавать дополнительную нагрузку, увеличивая от нуля до программного значения. При этом величина нормальной силы должна обеспечивать ее восприятие колесом без проскальзывания в зоне контакта с опорной поверхностью. В ходе дальнейшего нагружения колеса нормальной силой дополнительный силовой фактор остается неизменным до завершения хода нагрузки, а при разгрузке – до момента, когда компенсационная площадка начнет подниматься с упругого основания. Это, в свою очередь, вызывает уравнивание элементов догружения шины, т.е. постепенное уменьшение дополнительной нагрузки от программного значения до нуля при нулевой нормальной силе. Приложение нормальной нагрузки выполнить с помощью электродвигателя 12.

Весь процесс регистрируется на ЭВМ через АЦП в программе Saver 2. Затем эти данные конвертируются и обрабатываются в офисном приложении Microsoft Office 2007.

## 2. Комплексное продольное нагружение

Режим комплексного нагружения колеса реализуется на шинном стенде ШС-77 с использованием механизма квазистатического нагружения и устройства догружения продольной силой.

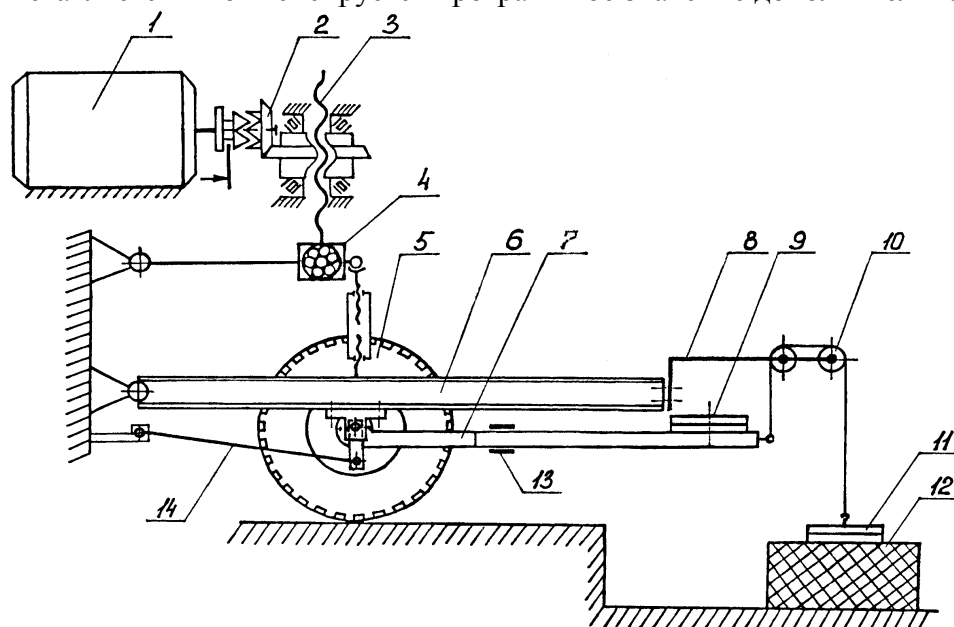
Существующая методика предусматривает в процессе построения характеристики нормальной жесткости шины, как при ступенчатом, так и непрерывном квазистатическом приложении нормальной нагрузки остановку процесса нагружения при заданной величине нормальной силы. После чего ступенчато прикладывается программное значение дополнительной нагрузки, и процесс построения характеристики жесткости шины возобновляется. Аналогичная остановка процесса осуществляется и на ветви разгрузки, когда также ступенчато дополнительная нагрузка снимается. В результате такого эксперимента построить замкнутую петлю характеристики нормальной жесткости шины не удастся, т.к. за время остановки процесса нагружения происходит существенное изменение деформации шины, поскольку ей, как эластомеру, присуще свойство ползучести. Поэтому оценка упругих и поглощающих свойств шины при такой методике комплексного нагружения колеса будет сопряжена со значительной погрешностью.

Предлагаемая методика эксперимента предусматривает непрерывный процесс нагружения испытуемой шины как основным силовым фактором – нормальной силой, так и дополнительным – продольной силой. Такой процесс реализуется при помощи специально создан-

ной установки дополнительного нагружения, в состав которой входят элементы догружения, элементы компенсации и упругое основание.

При дополнительном нагружении продольной силой (осуществляется путем приложения к колесу крутящего момента) в качестве датчика нагрузки служат предварительно оттарированные тензодатчики, наклеенные на ось колеса в вертикальной плоскости.

Наиболее трудоемким этапом проведения экспериментальных исследований шины при комплексном нагружении колеса является подготовительный этап, когда определяются и подбираются поролоновые листы упругого основания с необходимыми жесткостными свойствами, обеспечивается неискаженная работа шины и элементов измерения нормальной силы, выставляется и компенсируется программное значение дополнительной нагрузки.



7, 19 – элементы догружения; 8, 10, 11 – элементы компенсации; 12 – упругое основание  
Схема стенда ШС-77, укомплектованного для испытания шин при комплексном продольном нагружении колеса

Методика проведения эксперимента состоит в следующем.

Произвести градуировку датчиков нормальной силы (тензооси) и датчика линейных перемещений. На раме стенда закрепить колесо с испытуемой шиной, шину накачать до давления согласно программы испытания. Собрать тросово-блочную систему.

После включения механизма вертикального нагружения колесная рама начинает поворачиваться вниз вокруг шарнирного узла, нагружая испытуемую шину. Вместе с рамой опускается компенсационная площадка с грузами и, взаимодействуя с упругим основанием, начинает уравниваться за счет жесткости поролоновых листов. По мере полного уравнивания компенсационной нагрузки на испытуемую шину будет действовать дополнительная нагрузка, увеличиваясь от нуля до программного значения. При этом величина нормальной силы должна обеспечивать ее восприятие колесом без проскальзывания в зоне контакта с опорной поверхностью. В ходе дальнейшего нагружения колеса нормальной силой дополнительный силовой фактор остается неизменным до завершения хода нагрузки, а при разгрузке – до момента, когда компенсационная площадка начнет подниматься с упругого основания. Это, в свою очередь, вызывает уравнивание элементов догружения шины, т.е. постепенное уменьшение дополнительной нагрузки от программного значения до нуля при нулевой нормальной силе. Весь процесс регистрируется на ЭВМ через АЦП в программе Saver 2. Затем эти данные конвертируются и обрабатываются в офисном приложении Microsoft Office 2007.

**Методика проведения экспериментов при нагружении колеса продольной или боковой силами (одинарное нагружение)**

Методика испытания шин в режиме одинарного нагружения колеса направлена на построение зависимостей боковой или продольной силы от деформации колеса в боковой или продольной плоскости при постоянной величине нормальной нагрузки на колесе с целью описания соответствующих характеристик жесткости уравнениями эллиптическо-степенной модели и оценки влияния боковой или продольной нагрузки на поглощающую способность и параметры модели.

Испытания отобранной шины при одинарном нагружении боковой (продольной) силой осуществляются на стенде СКН с использованием динамометрической площадки.

Подготовку стенда к эксперименту следует проводить в следующей последовательности:

Произвести градуировку датчиков: тензозвена 16 и датчика линейных перемещений 14.

На раме стенда закрепить колесо с испытуемой шиной, шину накачать до давления согласно программы испытаний. Тензорезисторы тензооси выставить в горизонтальной плоскости и зафиксировать, с помощью фиксатора тензооси 14. Соединить динамометрическую площадку 4 с устройством нагружения 6 при помощи тензозвена 16. Упереть шток датчика линейных перемещений 9 в корпус опорной площадки. Собрать информационно-измерительную систему стенда.

Методика проведения эксперимента состоит в следующем.

Вначале следует нагрузить испытуемое колесо номинальной нормальной нагрузкой. Нагрузка контролируется по данным, снимаемым с тензооси. Далее обозначить с помощью линейки установленной параллельно датчику линейных перемещений, максимальный и минимальный ход штока электромеханического привода. При помощи реостата, расположенного на пульте управления, выставить необходимую скорость выдвижения штока привода. С постоянной скоростью нагружать шину боковой (продольной) силой, до заранее установленного максимального и минимального значения хода штока. Зафиксировать при помощи информационно-измерительной системы стенда параметры изменения деформации шины в боковой (продольной) плоскости от бокового (продольного) усилия прикладываемого к колесу. Эксперимент проводить не менее трёх раз. Весь процесс регистрируется на ЭВМ через АЦП в программе Saver 2. Затем эти данные конвертируются и обрабатываются в офисном приложении Microsoft Office 2007.

*Активная форма ведения занятия – 0,5 час.*

## Тема 2.2. Разработка и освоение методик испытания пневматических шин в дорожных условиях.

### **Программа, методика проведения и обработки результатов экспериментов**

**Грузоприемное устройство** — предназначено для размещения взвешиваемого груза. Выполняется в виде площадок, чашек, платформ. Весовое и силоизмерительное устройство — рычажная система. Указательное устройство — шкала, циферблат, табло, индикатор. Успокоитель колебаний служит для повышения устойчивости весов и соответственно для ускорения процесса взвешивания. Они выполняются в виде упоров, а также жидкостных успокоителей колебаний (демпферов).

**Тарировочное приспособление** служит для приведения ненагруженных весов в равновесие. В настольных циферблатных весах под площадками находятся камеры, в которые помещают тарировочный груз (мелкие металлические предметы). В платформенных весах, на гиредержателе имеется тарировочная камера с крышкой для регулировки весов. Для точной регулировки на винтовом стержне коромысла имеются два тарировочных груза. Точное тарирование производится путем перемещения этих грузов по резьбе.

**Уровень** — устройство для проверки горизонтального положения весов. Это спиртовая капсула с воздушным пузырьком.

Требования безопасности при эксплуатации весов:

1 Весы должны быть изготовлены в соответствии с требованиями, обеспечивающими безопасность труда, и не оказывать отрицательного влияния на окружающую среду;

2 Весы должны устанавливаться на ровную, прочную и устойчивую поверхность во избежание самопроизвольного падения;

3 Доступ к весам должен быть свободным;

- 4 К эксплуатации весов допускаются лица, прошедшие обучение;
- 5 Все весоизмерительные приборы необходимо содержать в чистоте;
- 6 Пользоваться можно только исправными весами;
- 7 К эксплуатации электронных весов допускаются лица, прошедшие инструктаж по требованиям безопасности при работе с электрооборудованием;
- 8 Перед началом работы весы необходимо осмотреть. Весы должны быть заземлены, шнур плотно закреплен в вилке, розетка электросети надежно прикреплена к стене или прилавку;
- 9 Запрещается включать весы при повреждениях вилки и изоляции сетевого кабеля;
- 10 Запрещается работа на весах при отсутствии заземления или при его неисправности;
- 11 Замену предохранителя, установку и замену аккумулятора необходимо производить только после выключения электропитания и отсоединения весов от сети;
- 12 При возникновении неисправности весы необходимо отключить от электросети и сообщить специалисту по обслуживанию. Приступать к работе на электронных весах можно только после устранения неисправностей;
- 13 После окончания работы весы необходимо выключить и отсоединить от сети (вытащить вилку из розетки);
- 14 Следует неукоснительно соблюдать все требования безопасности, изложенные в инструкции по эксплуатации весов.

Исходя из выше перечисленного, предлагаю разработать весовое устройство для контроля нагрузки, приходящейся на колесо перед экспериментом.

В задачи испытания пневматической шины на различных видах неровностей входит экспериментальное построение непрерывных траекторий движения и относительных перемещений, их приборная обработка и получение статистических характеристик колебательных процессов с целью дальнейшего сравнения с подобными характеристиками, полученными расчетными методами с учетом разработанной модели переменного сглаживания шины.

Объектами испытания являются: экспериментальный полуприцеп с установленным на нём колесом легкового автомобиля ГАЗ-2410, автомобиль – тягач ГАЗ 31029.

Программа экспериментальных исследований включает в себя ряд экспериментов с динамическим воздействием на пневматическую шину одноколесного прицепа. Испытания осуществляются с целью оценки сглаживающего свойства пневматической шины.

К автомобилю присоединяют испытуемый одноколесный прицеп. На дороге располагают синусоидальную неровность. Автомобилем прокатывают прицеп по синусоидальным неровностям различных размеров при разных скоростях и давлениях (в данном случае при номинальном) в испытуемой шине. Перемещение оси колеса фиксируется на камеру, находящуюся за специально размеченным экраном. На оси колеса прикреплено устройство «световой луч» для того, что бы было удобнее и точнее снимать показания перемещения оси колеса. Полученные данные с видеокамеры обрабатываются через ПК и строятся соответствующие характеристики перемещения колеса относительно неровностей.

Для проведения экспериментальных исследований взаимодействия автомобильного колеса с неровностями экспериментальный полуприцеп доукомплектовывается следующим оборудованием. Заменяются серьги на аналогичные по конструкции, но, в отличие от демонтированных, вместо опор скольжения для установки оси колесного узла выполнены опоры качения со сферическими шарикоподшипниками. На ось колеса устанавливается устройство «световой луч».

В состав информационно-измерительного комплекса, сформированного для подобного эксперимента, входят: устройство «световой луч», экран-планшет из тонкого оргстекла с разметкой осей, видеокамера Sony XS-12 с регулируемым штативом, ноутбук Samsung для конвертирования и обработки полученных данных.

Подготовка полуприцепа к эксперименту проводится рядом с ангаром и испытательным участком дороги. После установки колесного узла на полуприцеп, он закрепляется на прицепном устройстве жестко к автомобилю - тягачу и на него укладываются пластинчатые грузы. Контроль значения внутреннего давления воздуха в шине определяется переносным измерителем. Кроме того, контролируются затяжка гаек крепления рамы к тягачу и фиксация пластинчатых грузов на раме.

Испытания проводятся на предельно ровной горизонтальной дороге достаточной протяженности для развития скорости 15 км/ч при наезде испытуемой шины на установленные в дорожном полотне синусоидальные неровности. Неровности располагаются на полосе движения одноколесного прицепа.

На выбранном испытательном участке дороги, по которой движется прицеп с испытываемой шиной, устанавливается синусоидальная неровность.

Параллельно установленной неровности на некотором удалении ставится экран-планшет. Напротив ставится закрепленная на штативе цифровая видеокамера, которая регистрирует перемещения оси колеса.

После того как все устройства установлены, испытуемый автомобиль выставляется на исходное положение и осуществляется проезд синусоидальных неровностей с разными скоростями.

*Активная форма ведения занятия – 0,5 час.*

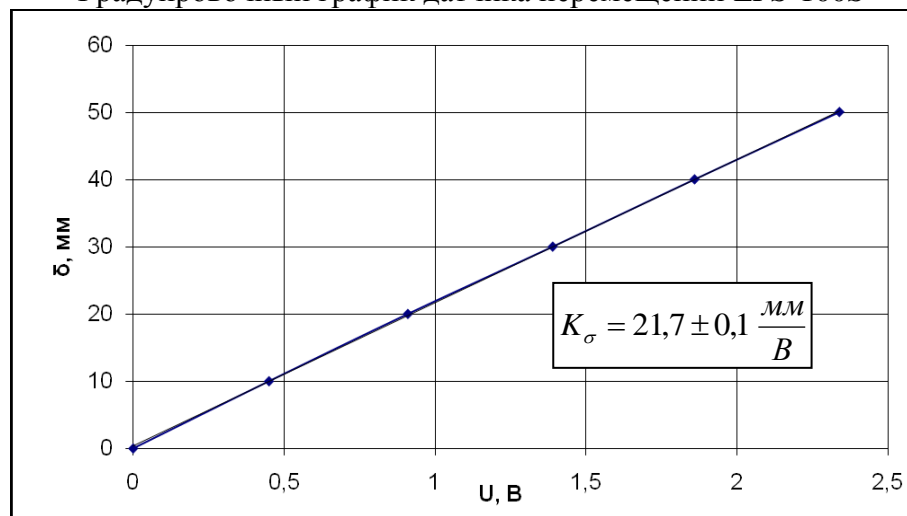
### Раздел 3. Методы обработки экспериментальных данных.

#### Тема 3.1. Построение экспериментальных характеристик жесткости.

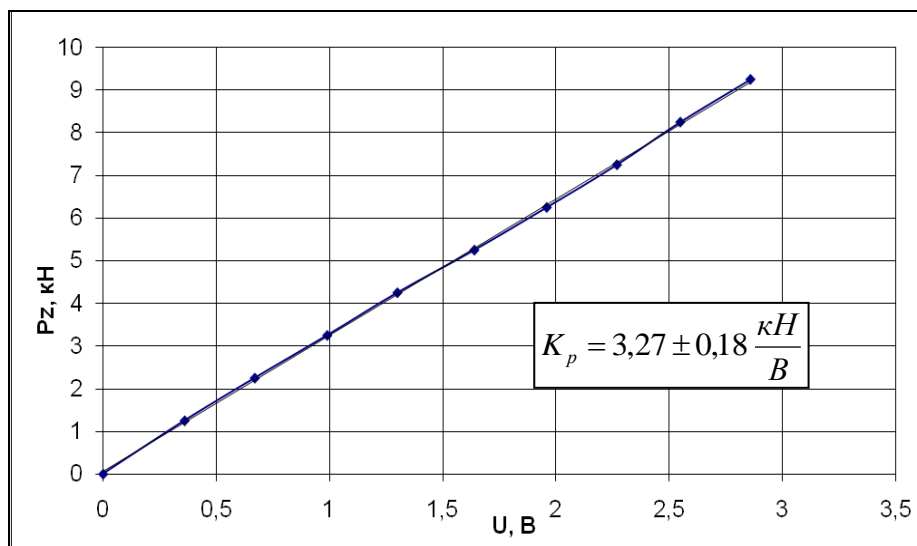
Задачи стендовых испытаний пневматических шин в режиме квазистатического нагружения колеса нормальной силой с догрузением продольной силой (крутящим моментом) состояли в экспериментальной оценке влияния параметров эксплуатационного состояния испытуемых шин (внутреннего давления воздуха  $p_w$  и размаха нагрузки около номинального уровня) на их поглощающую способность.

Для получения достоверных результатов в экспериментах, необходимо произвести градуировку датчиков и измерительной системы. Градуировочные графики представлены ниже.

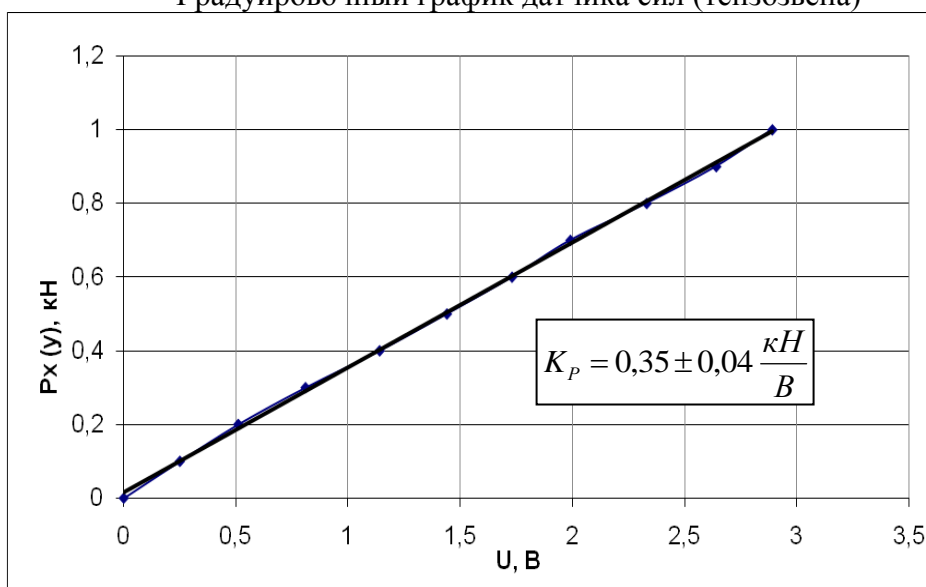
Градуировочный график датчика перемещений LPS-100S



Градуировочный график датчика сил (тензооси)

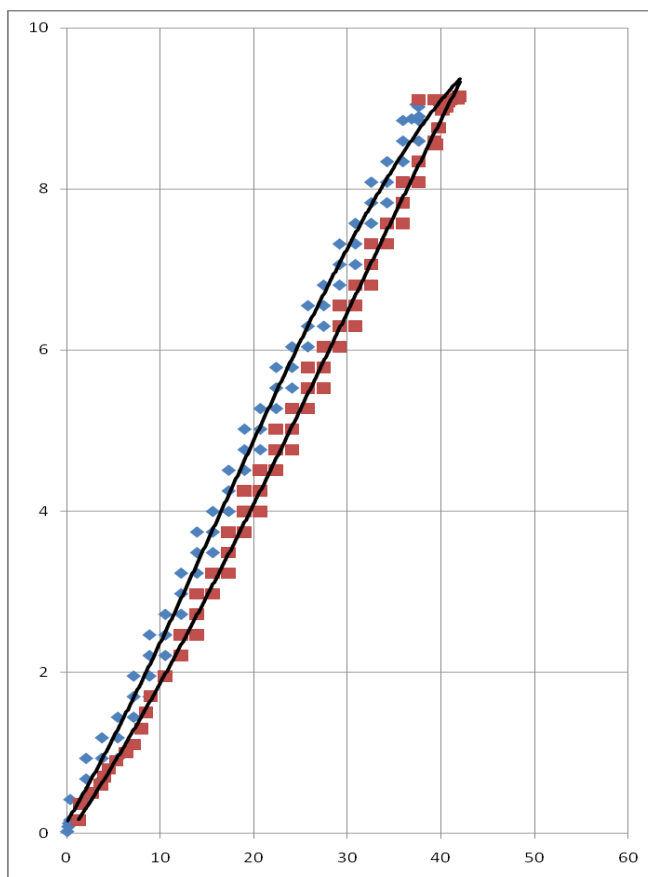


Градуировочный график датчика сил (тензовена)



Согласно программы испытаний для отобранной шины были построены характеристики нормальной жесткости при варьировании внутреннего давления воздуха в диапазоне от  $0,9 \cdot p_{вн}$  до  $1,1 \cdot p_{вн}$  и при изменении размахов нормальной нагрузки с шагом 1 кН. Образец диаграммы с экспериментальной характеристикой жесткости представлен ниже.

Экспериментальные точки при построении характеристик нормальной жесткости шины и их аппроксимация

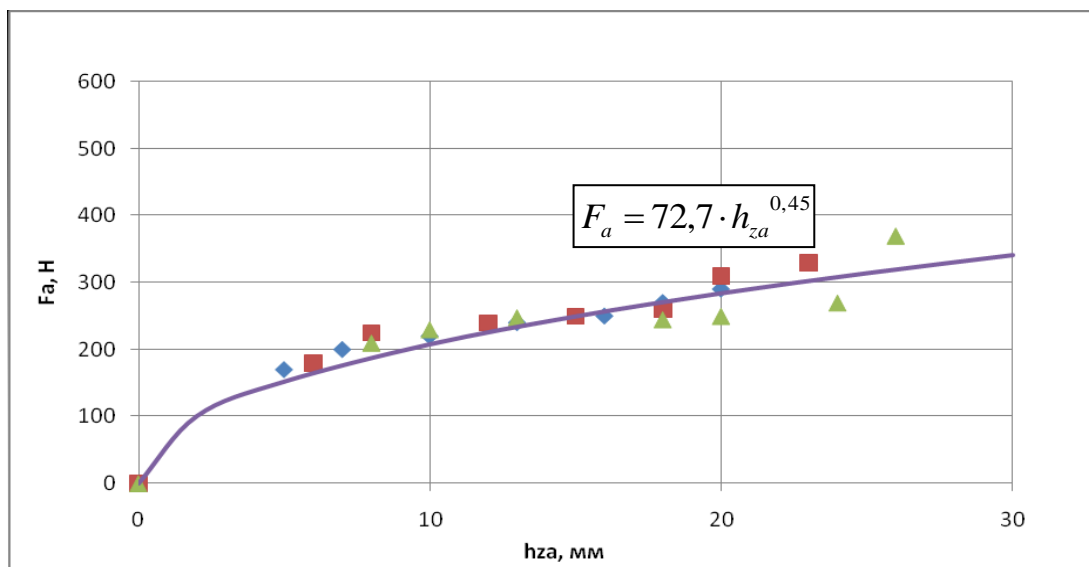


Диаграммы с экспериментальными характеристиками нормальной жёсткости шины 7.35-14 ИД-195 при различных значениях внутреннего давления воздуха для случая бокового догружения колеса

Результаты обработки характеристик жесткости шины

<b>Без приложения боковой нагрузки</b>					
<b>Fa, Н (0,15)</b>	<b>hza, мм (0,15)</b>	<b>Fa, Н (0,17)</b>	<b>hza, мм (0,17)</b>	<b>Fa, Н (0,19)</b>	<b>hza, мм (0,19)</b>
340	21	280	17	220	13
270	12	240	10	180	7
<b>С приложением боковой нагрузки</b>					
<b>Fa, Н (0,15)</b>	<b>hza, мм (0,15)</b>	<b>Fa, Н (0,17)</b>	<b>hza, мм (0,17)</b>	<b>Fa, Н (0,19)</b>	<b>hza, мм (0,19)</b>
370	26	330	23	290	20
270	24	310	20	270	18
250	20	260	18	250	16
245	18	250	15	240	13
248	13	240	12	220	10
230	10	225	8	200	7
210	8	180	6	170	5

Диаграмма зависимости амплитудных значений силы неупругого сопротивления  $F_a$  от нормального прогиба шины  $h_{za}$



◇ –  $p_w = 0,15$  МПа; □ –  $p_w = 0,17$  МПа; ▲ –  $p_w = 0,19$  МПа

Изменение нормальной жесткости шин от внутреннего давления воздуха

$p_w$ , МПа	$C_z$ , Н/мм	$C_{z_{ог}}$ , Н/мм
0,15	165	194
0,17	193	247
0,19	221	310

Активная форма ведения занятия – 0,5 час.

Тема 3.2. Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде. Построение модели.

### Обработка и оценка погрешностей экспериментальных данных

#### Порядок обработки экспериментальных данных

- а) выбрать математическую модель;
- б) определение параметров модели:
  - 1) преобразование модели в линейную;
  - 2) обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов;
  - 3) построение функциональной зависимости.
- в) определение погрешности экспериментальных данных:
  - 1) вычисление коэффициента корреляции в 2-х зонах;
  - 2) построение полосы неопределенности;
- г) определение погрешности адекватности:
  - 1) расчет параметров аддитивной и мультипликативной функции;
  - 2) построение полосы неопределенности.

### Результаты измерений

#### Результаты измерений

№	$P_p$ , шк	$P_p$ , Н	Показания исд абсолютные				Показания исд относительные				сиз, МПа			
			490	300	400	300	480	440	410	320	1008	924	861	672
1	0	1	490	300	400	300	480	440	410	320	1008	924	861	672
2	20	1,06	490	540	545	430	660	570	610	530	1386	1197	1281	1113
3	40	1,09	280	600	690	610	480	710	780	710	1008	1491	1638	1491
4	60	1,11	290	670	820	760	370	760	890	790	777	1596	1869	1659
5	80	1,15	485	850	950	800	460	860	940	900	966	1806	1974	1890



6	100	1,19	490	890	990	940	490	890	990	940	1029	1869	2079	1974
---	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------

$$\sigma_{из} = \varepsilon_{eod} \cdot 10^{-5} \cdot E,$$

где  $\varepsilon_{eod}$  – показания исд относительные, еод;

$\sigma_{из}$  – напряжение в месте наклейки тензорезисторов, МПа;

E – модуль упругости, Па.

$$\sigma_{из} = 410 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^{11} = 861 \text{ МПа.}$$

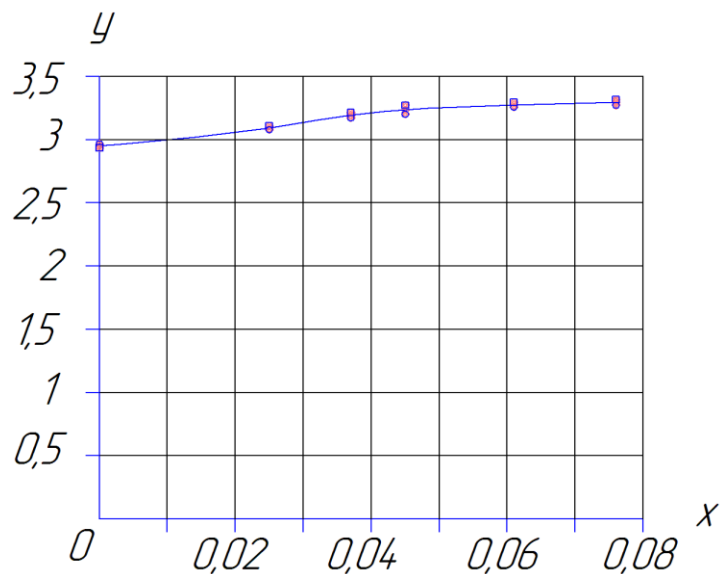
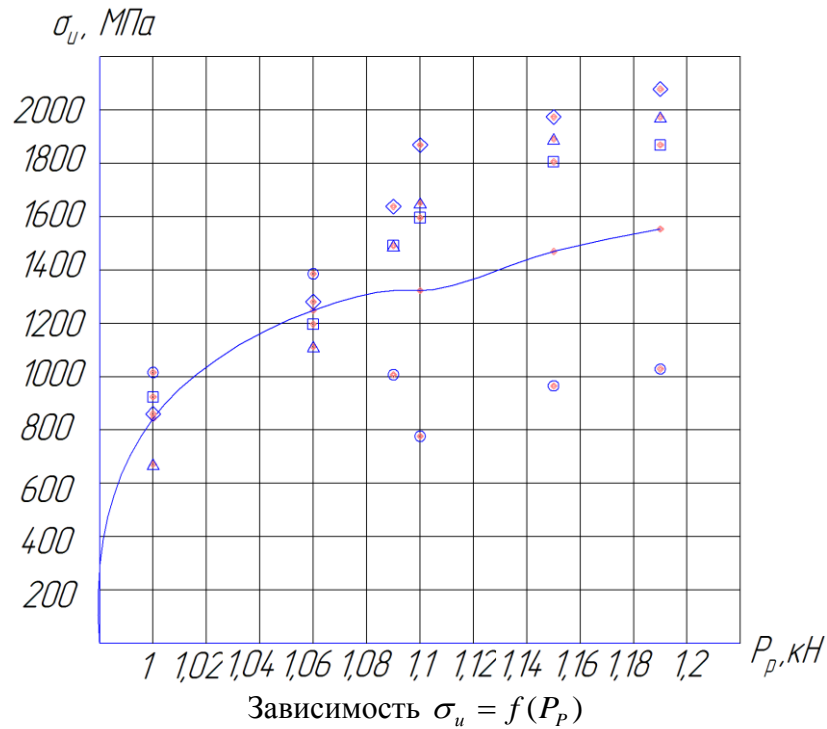


Рисунок 1.2 – Зависимость  $\sigma_u = f(P_p)$  в другой системе координат  
 Результаты обработки измерений сводим в таблицу.

#### Результаты обработки измерений

№	си, МПа	PP, кН	y	x	x2	x:y
1	924	1	2,966	0,000	0,000	0,000
2	861	1	2,935	0,000	0,000	0,000
3	1197	1,06	3,078	0,025	0,001	0,078
4	1281	1,06	3,108	0,025	0,001	0,079

5	1491	1,09	3,173	0,037	0,001	0,119
6	1638	1,09	3,214	0,037	0,001	0,120
7	1596	1,11	3,203	0,045	0,002	0,145
8	1869	1,11	3,272	0,045	0,002	0,148
9	1806	1,15	3,257	0,061	0,004	0,198
10	1974	1,15	3,295	0,061	0,004	0,200
11	1869	1,19	3,272	0,076	0,006	0,247
12	2079	1,19	3,318	0,076	0,006	0,251
Σ			38,090	0,489	0,027	1,585

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{k \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$n = \frac{k \sum xy - \sum x \sum y}{k \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

где k – число экспериментов.

$$b = \frac{0,027 \cdot 38,09 - 0,489 \cdot 1,585}{12 \cdot 0,027 - (0,489)^2} = 2,981$$

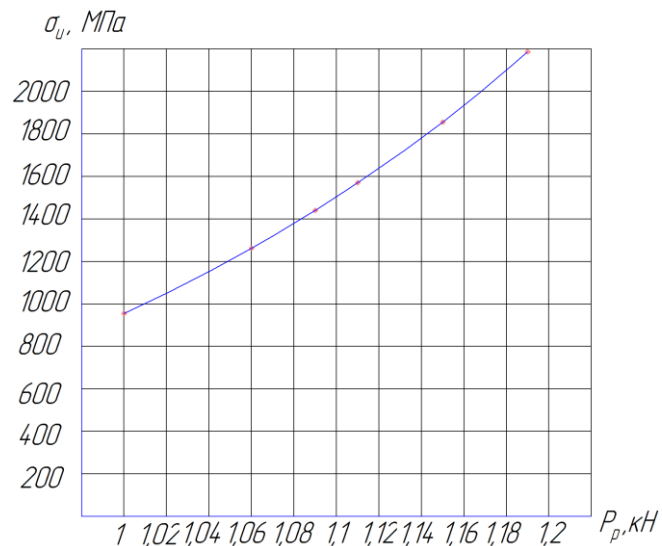
$$n = \frac{12 \cdot 1,585 - 0,489 \cdot 38,09}{12 \cdot 0,027 - 0,489^2} = 4,754.$$

$$A = 10^b \text{ или } A = 10^{2,981} = 956,369.$$

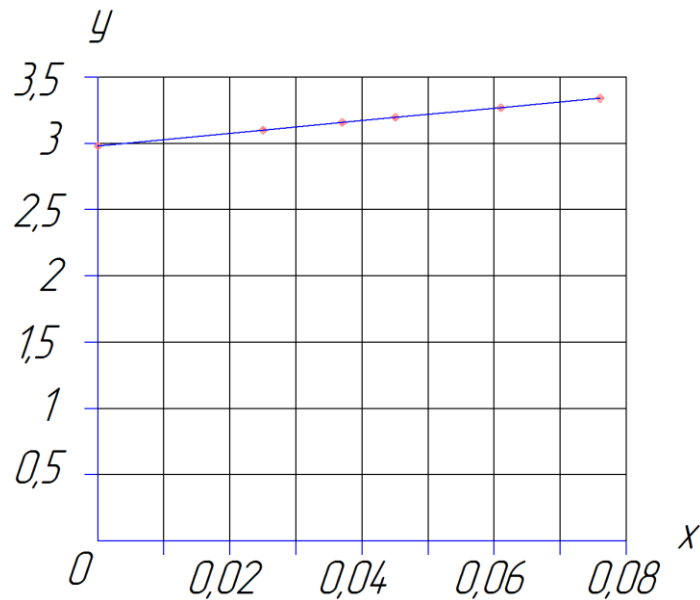
$$B = n \text{ или } B = 4,754.$$

Зависимость  $\sigma_u = f(P_p)$

$P_p$ , кН	1	1,06	1,09	1,11	1,15	1,19
$\sigma_u$ , кН	956,36	1261,6	1440,6	1570,6	1858,5	2186,6
	9	18	18	81	71	08



Зависимость  $\sigma_u = f(P_p)$  по расчетным данным



Зависимость  $\sigma_u = f(P_p)$  по расчетным данным в другой системе координат

## 2 Определение погрешности экспериментальных данных

Коэффициент множественной корреляции  $\rho_{y\hat{y}}^2$

$$\rho_{y\hat{y}}^2 = \frac{\sum y_i \hat{y}_i \cdot \sum y_i \hat{y}_i}{\sum y_i^2 \cdot \sum \hat{y}_i^2} \text{ или } \rho_{y\hat{y}}^2 = \frac{121,078 \cdot 121,078}{121,084 \cdot 362,717} = 0,334$$

Относительная погрешность  $\gamma_{\sigma}$ :

$$\gamma = \sqrt{\frac{(1 - \rho_{y\hat{y}}^2)}{4}} \text{ или } \gamma = \sqrt{\frac{(1 - 0,333)}{4}} = 0,408.$$

Доверительный интервал  $\Delta_{0,95}$ :

$$\Delta_{0,95} = t_{0,95} \cdot \gamma \cdot \frac{X}{2},$$

где  $t_{0,95} = 1,96$

$$\Delta_{0,95} = 1,96 \cdot 0,408 \cdot \frac{0,076}{2} = 0,03$$

Среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-1)(n-l)}},$$

где  $n$  – суммарное число точек ( $n=12$ );

$l$  – число параметров ( $l=2$ ).

$$\sigma_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{(38,09 - 19,045)^2}{(12-1)(12-2)}} = 0,416.$$

Аддитивная полоса

$$\Delta_{OD} = t_{0,95} \cdot \sigma_{\bar{y}} \text{ или } \Delta_{OD} = 1,96 \cdot 0,416 = 0,816$$

Погрешность коэффициента регрессии

$$\sigma_{nx} = \frac{n \cdot X}{\rho_{y\bar{y}}} \sqrt{\frac{1 - \rho_{y\bar{y}}^2}{n - l}} \text{ или } \sigma_{nx} = \frac{12 \cdot 0,076}{0,577} \sqrt{\frac{1 - 0,333}{12 - 2}} = 0,405$$

Мультипликативная погрешность

$$\Delta_M = t_{0,95} \cdot \sigma_{nx} \text{ или } \Delta_M = 1,96 \cdot 0,405 = 0,794$$

Суммарная погрешность

$$\Delta_{\Sigma} = t_{0,95} \sqrt{\sigma_{\bar{y}}^2 \cdot \sigma_{nx}^2} \text{ или } \Delta_{\Sigma} = 1,96 \cdot \sqrt{0,416^2 \cdot 0,405^2} = 0,33.$$

$0,4 > 0,33$  т.е  $\Delta_{\mathcal{D}} > \Delta_{\Sigma}$

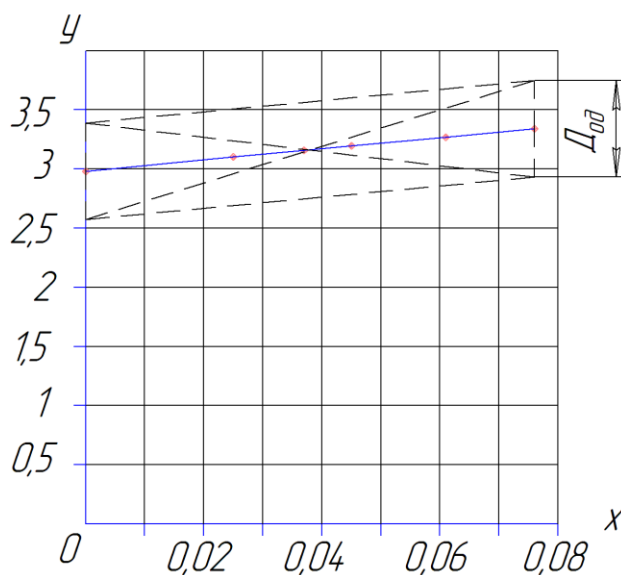


График погрешности модели

Активная форма ведения занятия – 0,5 час.

### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий	Объем (час.)	Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновацион- ной формах, (час.)
1	1.	Приобретение навыков практической ра- боты на экспериментальных установках и стендах.	2	-

2		Градуировка датчиков экспериментальных установок и стендов.	2	Работа в малых группах (1 час.)
3	2.	Разработка и освоение методик построения характеристик жесткости пневматических шин в различных режимах нагружения колеса в лабораторных условиях.	1	-
4		Разработка и освоение методик испытания элементов подвески и виброзащиты автомобиля в лабораторных условиях.	1	Решение ситуационных задач (1 час.)
5	3.	Проведение испытаний пневматических шин в различных условиях нагружения колеса на стендах. Построение экспериментальных характеристик жесткости	1	Работа в малых группах
6		Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде; построение модели; оценка погрешностей эксперимента	1	-
<b>ИТОГО</b>			<b>8</b>	<b>2</b>

**4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат**

Учебным планом не предусмотрены.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<b>ПК</b>						
			<b>19</b>	<b>21</b>	<b>22</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>		
<b>1.</b> Экспериментальное оборудование и стенды		41	+	+	+	3	13,7	ПЗ, СР	Тест, зачет
<b>2.</b> Методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях		35	+	+	+	3	11,6	ПЗ, СР	Тест, зачет
<b>3.</b> Методы обработки экспериментальных данных		28	+	+	+	3	9,4	ПЗ, СР	Тест, зачет
<i>всего часов</i>		<b>104</b>	<b>34,7</b>	<b>34,7</b>	<b>34,7</b>	<b>3</b>	<b>34,7</b>	-	-

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Рыков С.П. Методы и средства экспериментальной оценки поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Учеб. пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Братск: БрГУ, 2005. – 344 с.

2. Статистические методы в инженерных исследованиях. Лабораторный практикум: Учеб. пособие /В.П. Бородюк, А.П. Вошинин, А.З. Иванов и др.; Под ред. Г.К. Круга. – М.: Высш. шк., 1983. – 216 с.

3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Болдин, А. П. Основы научных исследований: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.	Лк, ПЗ	19	1
2.	Трубицын, В.А. Основы научных исследований : учебное пособие / В.А. Трубицын, А.А. Порохня, В.В. Мелешин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 149 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459296">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459296</a>	Лк, ПЗ	ЭР	1
3.	Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований : учебное пособие / И.Н. Кузнецов. - 3-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 283 с. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02783-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450759">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450759</a>	Лк, ПЗ	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Рыков, С. П. Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.	ПЗ, Р	4	0,4
5.	Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва : Дашков и К*, 2008. - 244 с.	ПЗ, Р	30	1
6.	Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М. : Высшая школа, 1989. - 399 с.	ПЗ, Р	39	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ**

#### **Практическое занятие № 1**

Приобретение навыков практической работы на экспериментальных установках и стендах

#### **Цель работы:**

Получить практические навыки работы на экспериментальных стендах и установках.

#### **Задание:**

1. Ознакомиться с натурными образцами исследовательских стендов и установок;
2. Провести опытные испытания шин и элементов подвески и виброзащиты на исследовательских стендах под руководством учебно-вспомогательного персонала и ведущего преподавателя;
3. Получить допуск к выполнению работы.

#### **Порядок выполнения:**

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.
2. Получить задание.
3. Консультация по выполнению работы.
4. Выполнить работу и оформить отчет в письменной форме.
5. Защита отчета по работе.

#### **Форма отчетности:**

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, включающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Приобрести навыки практической работы на экспериментальных установках и стендах.

#### **Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию**

1. Ознакомиться с заданием.
2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.
3. Оформить отчет в соответствии со стандартами ВУЗа.



## Основная литература

1. Трубицын, В.А. Основы научных исследований : учебное пособие / В.А. Трубицын, А.А. Порохня, В.В. Мелешин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 149 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459296>

## Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. **Рыков**. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.

3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. **Шкляр**. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.

4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. **Крутов**, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Особенности работы того или иного стенда (установки), его привода и механизмов нагружения

2. Меры безопасности, которые нужно соблюдать при работе на том или ином стенде (установке)

3. Какие объекты автомобильной техники испытываются на том или ином стенде, какие параметры (характеристики) строятся (измеряются).

### Практическое занятие № 2

Градуировка датчиков экспериментальных установок и стендов

#### Цель работы:

Получение практических навыков градуировки датчиков, применяемых в исследовательской работе.

#### Задание:

1. Изучить конструкции и принцип действия датчиков сил и перемещений, а также созданных на их основе измерительных узлов стендов;

2. Изучить методики статической и динамической градуировки датчиков и применяемое при этом оборудование и приборы;

3. Провести градуировку датчика;

4. Выполнить обработку результатов градуировки датчика;

5. Построить градуировочную характеристику.

#### Порядок выполнения:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

2. Получить задание.

3. Консультация по выполнению работы.

4. Выполнить и оформить отчет в рукописной или печатной форме.

5. Защита отчета по работе.

#### Форма отчетности:

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, включающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Конструкции различных датчиков экспериментальных установок и стендов.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием.

2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.

3. Оформить отчет.

## Основная литература

1. **Болдин, А. П.** Основы научных исследований: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.

## Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.

3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.

4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что понимается под чувствительным элементом и измерительным датчиком?
2. На каких принципах базируются современные датчики?
3. Принцип действия и конструкция тензоступицы
4. Принцип действия и конструкция датчика перемещений и колебаний
5. Назначение градуировки датчиков
6. Особенности статической и динамической градуировки

### **Практическое занятие № 3**

Разработка и освоение методик построения характеристик жесткости пневматических шин в различных режимах нагружения колеса в лабораторных условиях

#### Цель работы:

Теоретически и практически освоить методики проведения экспериментов на исследовательских стендах с целью построения характеристик жесткости шин.

#### Задание:

1. Изучить и предложить свой вариант методики построения характеристик жесткости шин в режиме квазистатического нагружения на универсальном шинном стенде;
2. Изучить и предложить свой вариант методики построения характеристик жесткости шин в режиме динамического нагружения на гидропульсационном стенде;
3. Изучить и предложить свой вариант методики построения характеристик жесткости шин в режиме комплексного нагружения на стенде комплексного нагружения;
4. Изучить и предложить свой вариант методики построения характеристик жесткости шин в режиме качения колеса на экспериментальном полуприцепе в дорожных условиях.

#### Порядок выполнения:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.
2. Получить задание.
3. Консультация по выполнению работы.
4. Выполнить и оформить отчет в рукописной или печатной форме.
5. Защита отчета по работе.

#### Форма отчетности:

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, включающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Освоить методику проведения экспериментов на исследовательских стендах с целью построения характеристик жесткости шин.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием.

2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.
3. Оформить отчет.

#### Основная литература

1. **Болдин, А. П.** Основы научных исследований: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.

#### Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.
3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.
4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Особенности методики испытания шин в квазистатическом режиме нагружения на универсальном шинном стенде
2. Особенности методики испытания шин в динамическом режиме нагружения на универсальном шинном стенде
3. Особенности методики испытания шин в режиме комплексного нагружения на стенде комплексного нагружения
4. Особенности методики испытания шин в динамическом режиме нагружения на гидропульсационном стенде
5. Особенности методики испытания шин на вращающемся колесе с использованием экспериментального полуприцепа в дорожных условиях.

#### Практическое занятие № 4

Разработка и освещение методик испытания элементов подвески и виброзащиты автомобиля в лабораторных условиях

#### Цель работы:

Теоретически и практически освоить методики проведения экспериментов на исследовательских стендах для оценки упругодемпфирующих свойств листовых рессор, гидравлических амортизаторов и резиновых виброизоляторов.

#### Задание:

1. Изучить и предложить свой вариант методики исследования упругодемпфирующих свойств листовых рессор на стендах кафедры;
2. Изучить и предложить свой вариант методики исследования упругодемпфирующих свойств резиновых виброизоляторов на стендах кафедры;
3. Изучить и предложить свой вариант методики исследования демпфирующих свойств гидравлических амортизаторов на стендах кафедры.

#### Порядок выполнения:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.
2. Получить задание.
3. Консультация по выполнению работы.
4. Выполнить и оформить отчет в рукописной или печатной форме.
5. Защита отчета по работе.

#### Форма отчетности:

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, включающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Освоить методику проведения экспериментов на исследовательских стендах для оцен-

ки упруго-демпфирующих свойств листовых рессор, гидравлических амортизаторов и резиновых виброизоляторов.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием.
2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.
3. Оформить отчет.

Основная литература

1. **Болдин, А. П.** **Основы научных исследований**: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.

Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.

3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.

4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Особенности методики испытания листовых рессор на универсальном шинном стенде.
2. Особенности методики испытания листовых рессор на гидропульсационном стенде.
3. Особенности методики испытания гидравлических амортизаторов на гидропульсационном стенде.
4. Особенности методики испытания резиновых виброизоляторов на стенде комплексного нагружения.
5. Особенности методики испытания резиновых виброизоляторов на гидропульсационном стенде.

**Практическое занятие № 5**

Проведение испытаний пневматических шин в различных условиях нагружения колеса на стендах. Построение экспериментальных характеристик жесткости.

Цель работы:

Провести эксперименты на шинных стендах и построить характеристику жесткости для различных режимов нагружения колеса.

Задание:

1. Провести испытания шины легкового автомобиля (для конкретного давления по индивидуальному заданию) на универсальном шинном стенде с целью построения ряда характеристик жесткости при варьировании размаха нагрузки около номинального уровня

2. Провести испытания шины легкового автомобиля (для конкретной дополнительной нагрузки по индивидуальному заданию) на стенде комплексного нагружения с целью построения ряда характеристик жесткости при варьировании размаха нагрузки около номинального уровня.

Порядок выполнения:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.
2. Получить задание.
3. Консультация по выполнению работы.
4. Выполнение и оформление отчета в рукописной или печатной форме.
5. Защита отчета по работе.

Форма отчетности:

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, вклю-

чающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

Задания для самостоятельной работы:

1. Провести эксперименты на шинных стендах кафедры с целью построения характеристик жесткости в различных режимах нагружения колеса.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием.
2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.
3. Оформить отчет.

Основная литература

1. **Болдин, А. П.** Основы научных исследований: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.

Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.

3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.

4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. С какой целью строятся характеристики жесткости шин при исследовании их поглощающей способности?
2. Почему необходимо строить несколько характеристик жесткости шин для одного эксплуатационного состояния?
3. Какую информацию можно получить из анализа характеристики жесткости шины для оценки ее упруго - демпфирующих свойств?
4. Как задаётся режим комплексного нагружения при испытании шин на соответствующем стенде?

**Практическое занятие № 6**

Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде: построение модели, оценка погрешностей эксперимента.

Цель работы:

Обработать характеристики жесткости шин, полученные в эксперименте; провести расчет параметров эллиптическо–степенной модели и дать оценку погрешностей.

Задание:

1. Обработать характеристики жесткости конкретной шины согласно эллиптическо-степенной модели представления о ее поглощающей способности
2. Построить экспериментальные точки на диаграмме в координатах «неупругая сила – прогиб шины»
3. Обработать экспериментальные точки методом наименьших квадратов для степенной зависимости. Построить эту зависимость на той же диаграмме
4. Оценить погрешность экспериментальных данных.

Порядок выполнения:

1. Пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.
2. Получить задание.
3. Консультация по выполнению работы.
4. Выполнение и оформление отчета в рукописной или печатной форме.
5. Защита отчета по работе.

Форма отчетности:

1. Отчет по лабораторной работе на листах А4 в рукописной или печатной форме, вклю-

чающий в себя развернутый расчет основных параметров и зависимостей.

Задания для самостоятельной работы:

1. Обработать результаты испытания пневматических шин на стенде: построение модели, оценка погрешностей эксперимента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием.
2. Ознакомиться со специальной и учебной литературой.
3. Оформить отчет.

Основная литература

1. **Болдин, А. П.** Основы научных исследований: учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 352 с.

Дополнительная литература

2. **Рыков, С. П.** Экспериментальные исследования поглощающей и сглаживающей способности пневматических шин: Испытательный комплекс, методики проведения экспериментов и обработки результатов: монография / С. П. Рыков. - Братск: БрГТУ, 2004. - 322 с.

3. **Шкляр, М. Ф.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов / М. Ф. Шкляр. - Москва: Дашков и К\*, 2008. - 244 с.

4. Основы научных исследований: учебник для вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др. - М.: Высшая школа, 1989. - 399 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие параметры снимаются с экспериментальных характеристик жесткости?
2. С помощью какой модели описывается поглощающая способность шины?
3. Почему необходимо применить статистические методы обработки для получения достоверных значений параметров модели?
4. Как оценить погрешность экспериментальных данных?

**10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;  
Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;  
Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;  
Adobe Reader.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
ПЗ	Лаборатория рабочих процессов АТ	1. Стенд для проверки углов установки колес и рулевого управления грузовых автомобилей 2. Шинный стенд ШС-77 3. Гидропульсационный стенд 4. Шинный стенд СКН; 5. Учебная мебель	№1-6
	Лаборатория конструкций, автомобильных двигателей и электрооборудования	1. Стенд для исследований аппаратов систем зажигания. 2. Учебная мебель	
СР	Читальный зал №1	10-ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D; Учебная мебель	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
<b>ПК-19</b>	способность в составе коллектива исполнителей к выполнению теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	<b>1. Экспериментальное оборудование и стенды</b>	1.1 Освоение конструкции и принципа действия экспериментальных установок и стендов; 1.2 Приобретение навыков практической работы на экспериментальных установках и стендах; 1.3 Градуировка датчиков экспериментальных установок и стендов; 1.4 Оценка погрешностей измерительных каналов	Практические занятия, зачет
<b>ПК-21</b>	готовность проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений	<b>2. Методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях</b>	2.1 Разработка и освоение методик построения характеристик жесткости пневматических шин в различных режимах нагружения колеса в лабораторных условиях; 2.2 Разработка и освоение методик испытания элементов подвески и виброзащиты автомобиля в лабораторных условиях; 2.3 Разработка и освоение методик испытания пневматических шин в дорожных условиях.	Практические занятия, зачет
<b>ПК-22</b>	готовность изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин	<b>3. Методы обработки экспериментальных данных</b>	3.1 Проведение испытаний пневматических шин в различных условиях нагружения колеса на стендах. Построение экспериментальных характеристик жесткости; 3.2 Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде. Построение модели. Оценка погрешностей эксперимента; 3.3 Оценка погрешностей адекватности разработанных моделей закономерностей неупругого сопротивления	Практические занятия, зачет

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименования раздела	
	Код	Определение			
1	2	3	4	5	
1.	ПК-19	способность в составе коллектива исполнителей к выполнению теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	1.1 Освоение конструкции и принципа действия экспериментальных установок и стендов.	1. Экспериментальное оборудование и стенды	
			1.2. Приобретение навыков практической работы на экспериментальных установках и стендах.		
			1.3. Градуировка датчиков экспериментальных установок и стендов.		
			1.4. Оценка погрешностей измерительных каналов		
	2.	ПК-21	готовность проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений	2.1. Разработка и освоение методик построения характеристик жесткости пневматических шин в различных режимах нагружения колеса в лабораторных условиях.	2. Методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях
				2.2 Разработка и освоение методик испытания элементов подвески и виброзащиты автомобиля в лабораторных условиях.	
				2.3. Разработка и освоение методик испытания пневматических шин в дорожных условиях.	
	3.	ПК-22	готовность изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин	3.1. Проведение испытаний пневматических шин в различных условиях нагружения колеса на стендах. Построение экспериментальных характеристик жесткости	3. Методы обработки экспериментальных данных
				3.2. Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде; построение модели; оценка погрешностей эксперимента	
				3.3. Оценка погрешностей адекватности разработанных моделей закономерностей неупругого сопротивления	



### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> ПК-19: - современные методы конструирования и расчета наземных транспортно-технологических машин (в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования), методы оценки адекватности расчетных моделей, методы и критерии оптимизации;</p> <p>ПК-21: - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>ПК-22: - способы стандартных испытаний технологических процессов;</p> <p><b>Уметь</b> ПК-19: - сформулировать задачу проектирования в области машиностроения, определить пути ее решения и решить с использованием современных программных и технических средств;</p> <p>ПК-21: - планировать и проводить физические и химические эксперименты, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения;</p> <p>ПК-22: - проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий;</p> <p><b>Владеть</b> ПК-19: - способы стандартных испытаний технологических процессов;</p> <p>ПК-21: - способами обработки результатов исследований и оценки погрешностей;</p> <p>ПК-22: - методами анализа результатов сертификационных испытаний продукции</p>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.</p>
<p><b>Знать</b> ПК-19: - современные методы конструирования и расчета наземных транспортно-технологических машин (в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования), методы оценки адекватности расчетных моделей, методы и критерии оптимизации;</p> <p>ПК-21: - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>ПК-22: - способы стандартных испытаний технологических процессов;</p> <p><b>Уметь</b> ПК-19: - сформулировать задачу проектирования в области машиностроения, определить пути ее решения и решить с использованием современных программных и технических средств;</p> <p>ПК-21: - планировать и проводить физические и химические эксперименты, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения;</p> <p>ПК-22: - проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий;</p> <p><b>Владеть</b> ПК-19: - способы стандартных испытаний технологических процессов;</p> <p>ПК-21: - способами обработки результатов исследований и оценки погрешностей;</p> <p>ПК-22: - методами анализа результатов сертификационных испытаний продукции</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология по дисциплине не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося.</p>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина «Основы научных исследований» направлена на ознакомление с динамикой развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе; на получение теоретических знаний и практических навыков применения математических методов в технических приложениях, для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины «Основы научных исследований» предусматривает:

- лекции;
- практические занятия;
- самостоятельную работу;

В ходе освоения раздела 1 - Экспериментальное оборудование и стенды. Градуировка датчиков. Оценка погрешностей приборов и измерительных каналов обучающиеся должны уяснить и освоить конструкции и принципы действия экспериментальных установок и стендов.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для способности формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки, применения и реализации тех или иных проектов в конкретных ситуациях.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на использование на практике умения и навыков в организации исследовательских работ, в управлении коллективом. Овладение ключевыми понятиями является проведение испытаний наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Проведение испытаний пневматических шин в различных условиях нагружения колеса на стендах. Построение экспериментальных характеристик жесткости
2. Обработка результатов испытания пневматических шин на стенде; построение модели; оценка погрешностей эксперимента
3. Оценка погрешностей адекватности разработанных моделей закономерностей неупругого сопротивления.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о методах планирования эксперимента.

Самостоятельную работу необходимо начинать с методологических теорий и принципов современной науки.

В процессе консультации с преподавателем закрепить навыки методологического обоснования научного исследования.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде практических занятий, работа в малых группах, решение ситуационных задач) в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины**

### **Основы научных исследований**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является привитие навыков практической деятельности в подготовке и проведении исследовательских работ по научной тематике направления.

Задачей изучения дисциплины является планирование, постановка и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин (НТТМ), их технологического оборудования и создания комплексов на их базе; проведение испытаний НТТМ и их технологического оборудования.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 4 час; ПЗ - 8 час; СР – 92 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Экспериментальное оборудование и стенды;
2. Методики проведения экспериментальных исследований в лабораторных и дорожных условиях;
3. Методы обработки экспериментальных данных.

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-19 - способность в составе коллектива исполнителей к выполнению теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования;

ПК-21 - готовность проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений;

ПК-22 - готовность изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин.

**4. Вид промежуточной аттестации:** зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры МиТ №\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» от «14» декабря 2015 года № 1470

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413.

**Программу составил (и):**

Рыков С.П., д.т.н., профессор кафедры МиТ

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ

от «11» декабря 2018 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_

Е.А. Слепенко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

Е.А. Слепенко

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от « 14 » декабря 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_