

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г.Прокошев

« 03 » \_\_\_\_\_ 06 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ИЗМЕРЕНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ  
В МЕХАНИКЕ**

Направление подготовки: **12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии**

Направленность (профиль) подготовки: **Приборы и методы измерения**

Уровень высшего образования: **Подготовка кадров высшей квалификации**

Квалификация выпускника: **«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год	Трудоемкость, з.е./ч	Лек- ции, ч	Практич. занятия, ч	Лаборат. работы, ч	СРА, ч	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
<b>2</b>	3 з.е./108 ч	36	-	-	72	зачет
<b>Итого</b>	<b>3 з.е./108 ч</b>	<b>36</b>	-	-	<b>72</b>	<b>зачет</b>

г. Владимир  
2015 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями преподавания** дисциплины «Измерения быстропротекающих процессов в механике» является ознакомление аспирантов с методами и средствами измерения параметров динамических процессов в механических системах, обретение умения обоснованно выбирать методики и средства измерений, а также правильно оценивать результаты измерений. Отличительной чертой современной техники является работа в нестационарных, импульсных режимах, когда процессы протекают за чрезвычайно малые промежутки времени. Это требует знания особенностей проведения динамических измерений, обоснованного выбора методик и средств измерений.

### **Задачи дисциплины:**

Сформировать представление о месте измерений быстропротекающих процессов в механике, методах и средствах динамических измерений в научных исследованиях и промышленности, рассмотреть их типологию и классификацию.

Сформировать у аспирантов систему навыков и представлений о современных динамических измерениях; выработать навыки применения средств измерений быстроизменяющихся параметров механических систем, развить навыки применения различных подходов, выработанных в других учебных дисциплинах.

Выработать навыки определения точности результатов измерений; обоснованного выбора средств измерений на основе различных критериев; навыки поиска в Интернете информации о нормативной базе измерений и средствам измерений.

Применение полученных знаний осуществляется в дальнейшем в процессе выполнения аспирантами научно-исследовательской практики, деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Измерения быстропротекающих процессов в механике» относится к вариативной части программы аспирантуры и является дисциплиной по выбору.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ физики, электротехники, математики, электроники, владение методикой поиска информации в сети Интернет.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «Теория и методология экспериментальных исследований» и служит основой для освоения последующих дисциплин, научно-исследовательской практики, деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.



### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Коды компетенции	Результаты освоения ОПОП	Перечень планируемых результатов при прохождении практики
<b>ПК-4</b>	Формируется значимая часть компетенции «Способность и готовность к обеспечению измерений динамических процессов в механических системах» в части измерения перемещений, скоростей, ускорений, сил и механических напряжений	<b>Знать:</b> основные методы и средства измерений параметров динамических процессов в механических системах; физические основы их принципа действия; особенности установления технических требований на отдельные блоки и элементы средств измерений
		<b>Уметь:</b> методически и аппаратурно обеспечивать измерения параметров динамических процессов в механических системах
		<b>Владеть:</b> навыками проведения с помощью технических средств измерений параметров динамических процессов в механических системах

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

№ Р.	№ т.	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая СРА и трудоемкость, ч				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1.		Введение. Общие сведения об испытаниях на ударные воздействия	2	9			18	устный опрос
2.		Измерение быстропротекающих перемещений	2	9			18	устный опрос
3.		Измерение ударных скоростей	2	9			18	устный опрос
4.		Измерения ударных ускорений, сил и напряжений	2	9			18	устный опрос
<b>ИТОГО:</b>				<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.1. Лекции

№ п/п	Номер темы	Объём, ч	Содержание лекции (перечень раскрываемых вопросов)
	Тема 1	9	<u>Общие сведения о быстропротекающих процессах в механике.</u> Понятие о быстропротекающих процессах. Процессы высокоскоростного соударения, пробивания, разрушения. Особенности исследования однократных процессов. Процессы горения и взрыва. Баллистические процессы в военной технике. Натурные и лабораторные испытания на ударные воздействия. Экспериментальные методы исследований быстропротекающих процессов. Особенности технических измерений быстропротекающих процессов. Динамические измерения и динамические погрешности. Классификация измерений быстропротекающих процессов. Области применения.
	Тема 2	9	<u>Измерение быстропротекающих перемещений.</u> Методы измерений быстропротекающих перемещений. Контактные и бесконтактные методы. Емкостной метод. Индуктивный метод. Лазерная доплеровская интерферометрия. Высокоскоростная фотография. Хронофотография. Метод развертки. Стробофотография, аппаратура и методика. Импульсные источники света. Метод разрезного стержня Гопкинсона.
	Тема 3	9	<u>Измерение быстроизменяющихся скоростей.</u> Измерение скоростей времяпролетным методом. Построение аппаратуры для измерения скоростей времяпролетным методом. Лазерная доплеровская интерферометрия. Фотографические методы. Телеметрические методы.
	Тема 4	9	<u>Измерение быстроизменяющихся ускорений.</u> Особенности измерения ускорений. Требования к измерительным устройствам. Пьезоакселерометры. Схемы измерений, усилители заряда. Осциллографирование электрических сигналов. Лазерные доплеровские акселерометры. Импульсная тензометрия. Манганиновые датчики.
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>	

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Основной формой проведения занятий по дисциплине «Измерения быстропротекающих процессов в механике» являются лекции.

При их проведении широко используются разнообразные наглядные учебные пособия (раздаточный материал) и учебные слайд-шоу, видеофильмы и т.д.. Ряд практических занятий предполагает совмещение тех или иных методов, как правило, это изложение материала с применением методов ИКТ (IT-методы), работа в малых группах, анализ конкретных ситуаций. Модульное обучение реализовано путем выделения в дисциплине четко разграниченных модулей, дидактических единиц дисциплины.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в учебном процессе широко используются интерактивные формы проведения практических занятий в том числе: семинары в диалоговом режиме, дискуссии, ролевые игры, создание творческих проектов, анализ конкретных ситуаций.



## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:**

#### **Вопросы для текущего контроля**

1. Назовите причины появления динамических погрешностей.
2. Что такое постоянная времени и для чего этот параметр применяется.
3. Что такое единичная функция и для чего она применяется?
4. Что такое импульсная передаточная функция?
5. Поясните принцип работы лазерного интерферометра.
6. Поясните принцип развертывания?
7. Измерение перемещений с помощью индуктивных датчиков.
8. Осциллографирование однократных импульсных сигналов.
9. Как выбирается базовое расстояние для измерения скорости времяпролетным методом?
10. Регистрация волн механических напряжений в твердых телах.

### **6.2. Вопросы к зачету (промежуточная аттестация)**

1. Динамические погрешности.
2. Измерение быстроизменяющихся перемещений емкостным методом.
3. Измерение быстроизменяющихся перемещений индуктивным методом.
4. Метод лазерной доплеровской интерферометрии.
5. Измерение скоростей тел времяпролетным методом. Принцип. Оценка погрешностей. Способы уменьшения погрешностей.
6. Скоростное осциллографирование электрических сигналов.
7. Фотографические методы регистрации параметров движения объектов. Принцип работы. Технические средства и их параметры.
8. Стробоскопическая фоторегистрация перемещения. Принцип работы и основные погрешности.
9. Скоростная фотосъемка. Принципы работы и аппаратура.
10. Хронофотография. Принцип получения изображения.
11. Измерений ударных ускорений пьезоэлектрическими акселерометрами. Принцип работы. Необходимое оборудование.
12. Модели измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Нормирование измерений и формы представления результатов измерений. Внесение поправок в результаты измерений.
13. Методики измерений. Оценка неисключенной составляющей систематической погрешности измерений. Выявление и исключение грубых погрешностей (промахов). Качество измерений.
14. Методы обработки результатов измерений. Многократные прямые равноточные измерения. Неравноточные измерения.
15. Методы обработки результатов измерений. Однократные измерения.
16. Методы обработки результатов измерений. Косвенные измерения.

### 6.3. Самостоятельная работа аспиранта

Основной целью самостоятельной работы аспирантов является улучшение профессиональной подготовки специалистов, направленное на формирование системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе организации самостоятельной работы аспирантов преподавателем (научным руководителем) решаются следующие задачи: 1) углублять, расширять профессиональные знания аспирантов и формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности; 2) научить аспирантов овладевать приемами процесса познания; 3) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность; 4) развивать познавательные способности будущих профессионалов.

В учебном процессе выделяются два уровня самостоятельной работы: 1) управляемая преподавателем самостоятельная работа аспирантов и 2) собственно самостоятельная работа. Именно первый уровень наиболее значим, т.к. он предполагает наличие специальных методических указаний преподавателя, следуя которым аспирант приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает опыт практической деятельности.

В зависимости от этого различают три уровня самостоятельной работы: а) репродуктивный (тренировочный); б) реконструктивный; в) творческий.

Самостоятельные тренировочные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем и т. д. Познавательная деятельность аспиранта проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. Цель такого рода работ – закрепление знаний, формирование умений, навыков. В ходе самостоятельных реконструктивных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, на этом уровне могут изучаться первоисточники, выполняться рефераты. Цель этого вида работ – научить аспирантов основам самостоятельного планирования. Самостоятельная творческая работа требует анализа проблемной ситуации, получения новой информации.

Аспирант должен самостоятельно произвести выбор средств и методов решения (учебно-исследовательские задания, НИР). Цель данного вида работ – обучение основам творчества, перспективного планирования, в соответствии с логикой организации научного исследования.

Самостоятельная работа аспирантов (72 ч) подразумевает работу под руководством преподавателя (подготовку к занятиям) и индивидуальную работу аспиранта с ПК, в том числе и в сети INTERNET, а также работу в научной библиотеке ВлГУ с электронными ресурсами.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к занятиям, написание разделов диссертации, статей, выполнение типовых расчетов, выполнение исследований, устному опросу. Контроль самостоятельной работы аспирантов осуществляется на консультациях, во время работы на ПК и практических занятиях.

#### Вопросы к СРА:

1. Что такое резонансная частота пьезоакселерометра.
2. Поясните принцип стробоскопической фотографии?
3. Принцип измерения скорости времяпролетным методом.
4. Принцип измерения скорости поверхности методом лазерной доплеровской интерферометрии.
5. Условия проведения измерений быстропротекающих процессов.
6. Что такое постоянная времени и как ее определить экспериментально.
7. Чем определяется быстродействие измерительного преобразователя.
8. Укажите основные параметры импульсных сигналов
9. Принцип работы электронного осциллографа.
10. Каким образом усиливается сигнал пьезоакселерометра?



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная:

1. Экспериментальные методы физики взрыва и удара [Электронный ресурс] / Под ред. заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., профессора В.В. Селиванова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. 752 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114967.html>.
2. Датчики [Электронный ресурс]: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. - М. : Техносфера, 2012. 624 с.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363165.html>
3. Электрические измерения неэлектрических величин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ким К.К., Анисимов Г.Н. - М. : УМЦ ЖДТ, 2014. 134 с.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890357519.html>.

### б) дополнительная

1. Основы и системы прикладного телевидения [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Г.Н. Грязин; Под ред. Н.К. Мальцевой. - СПб. : Политехника, 2011. 274 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509922.html>
2. Лазерные информационно-измерительные системы. Ч.4 [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А.А. Алексейченко, С.А. Болотнов, Н.М. Вереникина и др.; Под ред. О.В. Рожкова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 32 с. Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0573.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0573.html).
3. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения [Электронный ресурс] / Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. - М. : Логос, 2007. 192 с.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5987041988.html>.
4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий [Электронный ресурс] / под ред. В.К. Батоврина. - 2-е изд, переработ. и доп. - М. : ДМК Пресс, 2009. 232 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744986.html>.
5. Измерения в физическом эксперименте [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Шкурятник В.Л. - 2-е изд., доп. и испр. - М. : Горная книга, 2006. 335 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5986720326.html>.
6. Методы обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс] / Косарев Е.Л. - 2-е изд., перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. 208 с.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106085.html>.
7. Экспериментальные исследования динамических явлений в строительных конструкциях атомных электростанций [Электронный ресурс] : Научное издание / Шаблинский Г.Э., Зубков Д.А. - М. : Издательство АСВ, 2009. 192 с.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936780.html>.

### в) периодические издания:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Журнал «Измерительная техника».                               | 7. Журнал «Метрология».                                  |
| 2. Журнал «Известия вузов. Приборостроение».                     | 8. Журнал «Приборостроение и средства автоматизации».    |
| 3. Журнал «Датчики и системы».                                   | 9. Журнал «Мир измерений».                               |
| 4. Журнал «Приборы и техника эксперимента».                      | 10. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы». |
| 5. Журнал «Приборы и системы. Управление. Контроль, диагностика» | 11. Журнал «Вестник метролога».                          |
| 6. Журнал «Авиакосмическое приборостроение».                     | 12. Журнал «Главный метролог».                           |

**г) интернет-ресурсы:**

1. <http://www.nacinc.com>
2. <http://www.pstechnik.de>
3. <http://www.aostechnologies.com>
4. <http://www.fastecimaging.com>
5. <http://www.specialised-imaging.com>
6. <http://www.gendocs.ru>
7. <http://www.datsys.ru>
8. <http://pribor.ifmo.ru>
9. <http://www.metrologi.ru>
10. <http://www.metrologie.ru>
11. <http://www.rostest.ru>
12. <http://www.tehlit.ru>
13. <http://www.metrob.ru>
14. <http://www.gost.ru>
15. <http://nauchforum.ru>
16. <http://tgizd.ru/ru>
17. <http://www.maik.ru/ru/journal/pribory/>
18. <http://www.metrologu.ru>
19. <http://www.elcomdesign.ru>
20. <http://www.alldatasheet.com>
21. <http://e.lib.vlsu.ru/>
22. <http://www.intuit.ru>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

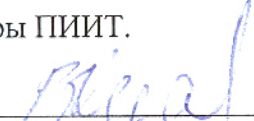
Лекционные аудитории (217-3, 225-3) оборудованы мультимедийным оборудованием (компьютерный проектор, экран, ноутбук), специализированная лаборатория (222-3) оснащена специализированными лабораторными стендами и компьютерами с доступом к сети Интернет. Имеются **компьютерные презентации по темам, электронные каталоги, справочники.**




Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и направленности (профилю) «Приборы и методы измерения».

Рабочую программу составил проф. кафедры ПИИТ, д.т.н.  К.В.Татмышевский

Рецензент (представитель работодателя),  
Технический директор ЗАО «Плантел-М», к.т.н.  И.Н.Маниленко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИИТ.  
Протокол № 8а от 03.06.2015 г.  
Заведующий кафедрой ПИИТ, д.т.н., профессор  В.П.Легаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», направленность «Приборы и методы измерения».

Протокол № 8а от 03.06.2015 г.  
Председатель комиссии, д.т.н., профессор  В.П.Легаев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год.

Протокол заседания кафедры БЭСТ № 10 от 20.06.2016 г.

Заведующий кафедрой БЭСТ  \_\_\_\_\_ Л.Т.Сушкова