

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

  
«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по УР  
Зарипов Н.Г.  
« 2 » 09 2015 г.

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Экспериментальные методы исследования динамики и прочности»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура)

**01.06.01 Математика и механика**

(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки

**Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры**

(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Уфа - 2015

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**  
Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

код и наименование

Направленность подготовки (программа): Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

наименование

Дисциплина: «Экспериментальные методы исследования динамики и прочности»

Учебный год 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры сопротивление материалов

наименование кафедры

протокол № 9 от "21" 05 2015 г.

Заведующий кафедрой СМ, д.т.н., профессор

подпись

расшифровка подписи

В.С. Жернаков

Исполнители:

профессор кафедры СМ

В.С. Жернаков

— должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой СМ,

подпись

В.С. Жернаков  
расшифровка подписи

Председатель НМС по УГСН 01.00.00 Математика и механика

протокол № 1 от "01" 07 2015 г.

личная подпись

расшифровка подписи

Библиотека

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Начальник отдела аспирантуры

личная подпись

Р.К. Фаттахов

расшифровка подписи

дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных

Начальник

личная подпись

И.А. Лакман

расшифровка подписи

дата

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования динамики и прочности» является дисциплиной базовой части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) по направлению подготовки 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" июля 2014 г. № 876 и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 N 464 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)". Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

**Целью** изучения дисциплины является формирование компетенций в области расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; освоение расчетно-экспериментальных основ дисциплины и практических методов расчетов элементов конструкций.

**Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для осуществления экспериментальных исследований в области механики деформируемого тела;
- изучение вопросов организации и планирования экспериментальных работ, обоснование постановки эксперимента, а также математического построения последовательности проведения эксперимента;
- выработка научно-обоснованных навыков по выбору оптимального экспериментального метода в зависимости от поставленных задач исследований, условий и материала исследуемой детали.

Входные компетенции сформированы на базовом и пороговом уровне на предыдущих этапах обучения – специалитете и магистратуре.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	УК – 2	повышенный	Природа сознания (факультатив)

## 2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

#### Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	методы механических испытаний материалов. Методы расчета и проектирования для исследования на основе механики разрушения конструкций с учетом мировых тенденций развития и критериев разрушения	ПК-5	об основах теории и методах конструирования композитных конструкций и изготовления изделий из композиционных материалов; современные методы и средства планирования и организации исследования и разработки, проведение экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, в том числе с применением ЭВМ.	разрабатывать новые методы экспериментальных исследований; участие в научных исследованиях и проектно-конструкторской деятельности, в управлении технологическими, экономическими, социальными системами;	использование информационных технологий при проектировании и конструировании изделий из КМ; проведения установленных государственными и отраслевыми стандартами испытаний упругих и прочностных характеристик КМ;

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>Аудиторные занятия</b>			
Лекции	10	6	4
Практические занятия (ПЗ)	14	8	6
Всего	24	14	10
<b>Самостоятельная работа</b>			
Проработка лекционного материала	183	85	98
Контроль (зачет/экзамен)	45	25	20

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции (час)	Практика (час)	Лаб. занятия (час)	СРС (час)	Всего (час)	Формы текущего контроля успеваемости
1	Раздел 1. Математическая обработка результатов эксперимента	2	2		16	36	тестирование выполнение

							контрольных задач
2	<b>Раздел 2. Методы аппроксимации экспериментальных данных</b>	2	2		20	28	тестирование выполнение контрольных задач
3	<i>Раздел 3. Методы и средства экспериментальных исследований</i>	-	-		32	48	тестирование выполнение контрольных задач
4	<i>Раздел 4. Методы неразрушающего контроля</i>	-	-		12	30	тестирование, выполнение контрольных заданий
5	<i>Раздел 5. Тензометрические методы измерения деформации</i>	2	4		20	34	тестирование, выполнение контрольных заданий
6	<b>Раздел 6. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений</b>	2	4		14	44	тестирование, выполнение контрольных заданий
7	<i>Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций и перемещений</i>	2	2		12	38	тестирование, выполнение контрольных заданий
	Всего	10	14	-	228	252	

### 3.2. Содержание дисциплины

#### **Раздел 1. Математическая обработка результатов эксперимента**

Классификация ошибок измерения. Грубые ошибки. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Распределение случайных ошибок измерения. Вероятностная модель. Нормальный закон распределения. Показатели точности измерения. Методы исключения грубых ошибок. Метод исключения при известной  $\nu$ . Метод исключения при неизвестной  $\nu$ . Средние значения и их оценки. Проверка гипотез. Средние значения, методы их вычисления.

#### **Раздел 2. Методы аппроксимации экспериментальных данных**

Метод наименьших квадратов. Постановка задачи отыскания параметров. Формулировка метода наименьших квадратов. Отыскание параметров многочленов. Отыскание параметров линейной функции. Отыскание параметров квадратичной функции. Отыскание параметров многочлена. Ортогональные многочлены Чебышева для равноотстоящих точек.

#### **Раздел 3. Методы и средства экспериментальных исследований**

Классификация, типы и задачи эксперимента. Средства и методы измерения. Применение измерительной техники для исследования технологических процессов. Сущность активного и пассивного эксперимента. Математическая модель. Виды и способы получения ма-

тематической модели. Регрессионные и корреляционные модели, статистические и динамические модели, их сущность. Применение числовых и функциональных характеристик случайных величин для анализа технологических процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров.

#### **Раздел 4. Методы неразрушающего контроля**

Источники терминов и определений раздела. Радиационный неразрушающий контроль. Акустический неразрушающий контроль. Представление информации. Вихрековый неразрушающий контроль. Контроль проникающими веществами (капиллярный). Магнитный неразрушающий контроль.

#### **Раздел 5. Тензометрические методы измерения деформации**

Рассматриваются физические основы тензометрического метода измерения деформаций, приводятся материалы, из которых изготавливаются тензорезисторы. Анализируются различные схемы включения тензорезисторов в измерительный мост. Даются практические рекомендации по увеличению чувствительности тензомоста к измеряемым деформациям и по снижению температурных погрешностей. Рассматриваются различные варианты измерения деформаций растяжения-сжатия, изгиба, кручения, которые используются при конструировании тензодатчиков. Затрагиваются вопросы измерения нелинейных деформаций. Описывается процедура расчета напряжений по показаниям тензорезеток.

#### **Раздел 6. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений**

Метод двумерной (плоской) фотоупругости. Изохромы. Круговой полярископ. Голографическая интерферометрия. Голограммы. Классическая интерферометрия. Интерферометрия фазовых объектов. Виды настройки интерферометров. Оптические схемы голографических интерферометров

#### **Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций и перемещений**

Метод делительных сеток. Нанесение сеток, растров и фигур на образцы, детали и экраны. Зеркально-оптический метод. Метод муаровых полос. Муаровый эффект. Метод крупных тензочувствительных покрытий.

### **3.3. Практикум**

№	Наименования разделов дисциплины	Наименования практических занятий	Количество часов
1	1	Распределение случайных ошибок измерения. Вероятностная модель. Нормальный закон распределения. Показатели точности измерения.	2
2	2	Метод наименьших квадратов. Постановка задачи отыскания параметров. Формулировка метода наименьших квадратов. Отыскание параметров многочленов.	2
3	5	Анализ различных схем включения тензорезисторов в измерительный мост. Рассмотрение различных вариантов измерения деформаций растяжения-сжатия, изгиба, кручения, которые используются при конструировании тензодатчиков. Вопросы измерения нелинейных дефор-	4

		маций.	
4	6	Изохромы. Круговой полярископ. Голографическая интерферометрия. Голограммы. Классическая интерферометрия.	4
5	7	Метод делительных сеток. Нанесение сеток, растров и фигур на образцы, детали и экраны. Зеркально-оптический метод.	2
ИТОГО			14

#### 4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

№ п/п	Вид контроля	Код КОНТРОЛИРУЕМОЙ КОМПЕТЕНЦИИ	Форма контроля	Фонды оценочных средств	Место размещения
1	Текущий контроль	ПК-5	тестирование	Комплект тестовых заданий по темам 1-5	УМК по дисциплине (тесты)
2	Рубежный контроль	ПК-5	Решение задач на практикуме	Комплект тестовых задач по дисциплине	УМК по дисциплине (МУ к практикуму)
3	Промежуточный контроль по дисциплине	ПК-5	Зачет	Вопросы к зачету, критерии оценок.	УМК по дисциплине (критерии оценки на зачете, перечень вопросов к зачету)

Вопросы к зачету

1. Классификация ошибок измерения. Грубые ошибки.
2. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Распределение случайных ошибок измерения.
3. Вероятностная модель. Нормальный закон распределения.
4. Показатели точности измерения. Методы исключения грубых ошибок. Метод исключения при известной  $v$ . Метод исключения при неизвестной  $v$ .
5. Средние значения и их оценки. Проверка гипотез. Средние значения, методы их вычисления.
6. Метод наименьших квадратов. Постановка задачи отыскания параметров.
7. Формулировка метода наименьших квадратов. Отыскание параметров многочленов. Отыскание параметров линейной функции. Отыскание параметров квадратичной функции.
8. Отыскание параметров многочлена. Ортогональные многочлены Чебышева для равноотстоящих точек.
9. Классификация, типы и задачи эксперимента.
10. Средства и методы измерения. Применение измерительной техники для исследования технологических процессов. Сущность активного и пассивного эксперимента. Математическая модель.
11. Виды и способы получения математической модели. Регрессионные и корреляционные модели, статистические и динамические модели, их сущность.
12. Применение числовых и функциональных характеристик случайных величин для анализа технологических процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров.
13. Источники терминов и определений раздела. Радиационный неразрушающий контроль. Акустический неразрушающий контроль.
14. Представление информации. Вихретоковый неразрушающий контроль.
15. Контроль проникающими веществами (капиллярный).
16. Магнитный неразрушающий контроль.

Критерии оценки:

\* оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если два вопроса имеют полные ответы и решено более 75% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствуют об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

\* оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если минимум один вопрос имеет полный ответ и решено от 50 до 75% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

\* оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если два вопроса имеют неполные ответы и решено от 25 до 50% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

\* оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если два вопроса не имеют ответа и решено менее 25% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и о его неумении решать профессиональные задачи.

## **5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1.1 Литература**

1. Пелех, Б.Л. Экспериментальные методы исследования динамических свойств композиционных структур / Б.Л. Пелех, Б.И. Салых ; АН УССР, Ин-т прикл. пробл. механики и математики .— Киев : Наук. думка, 1990 .— 133с.
2. Вагин, В. А. Методы исследования высокоскоростного деформирования металлов / В. А. Вагин, Г. Н. Здор, В. С. Мамутов ; АН БССР, Физико-технический институт .— Минск : Наука і тэхніка, 1990 .— 207 с.
3. Быков, В. В. Научный эксперимент / В. В. Быков ; Академия наук СССР, Институт философии ; отв. ред. В. С. Тюхтин .— Москва : Наука, 1989 .— 176 с.

#### 5.1.2. Дополнительная литература:

4. Сухарев, И.П. Экспериментальные методы исследования деформаций и прочности / И.П. Сухарев .— М. : Машиностроение, 1987 .— 212с. : ил. ; 22см. — (Б-ка расчетчика) .— Библиогр.:с.204-211 .
5. ГОСТ 25506-85. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.
6. Будилов И.Н., Жернаков В.С. Сопротивление разрушению элементов разъемных соединений высоконагруженных конструкций.-М.:Наука,2000.-240С.

#### 5.1.3 Образовательные технологии

ЭБС, доступные УГАТУ:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
	2	3	4	5
1.	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД - 1217/0208-15 от 03.08.2015
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <a href="http://e-library.ufa-rb.ru">http://e-library.ufa-rb.ru</a>	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
3.	Консорциум аэрокосмических вузов России <a href="http://elsau.ru/">http://elsau.ru/</a>	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <a href="http://www.library.ugatu">http://www.library.ugatu</a>	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

	<a href="http://ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml.simple-fulltxt.xml+rus">ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml.simple-fulltxt.xml+rus</a>			
--	--	--	--	--

Электронные ресурсы, доступные УГАТУ:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2.	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14
3.	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион, договор № 3/Б от 21.01.2013 (пролонгирован до 08.02.2016)
4.	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии-1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
5.	Научная электронная библиотека eLIBRARY* <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
6.	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	120 наименов. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
7.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* <a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	1900 наименов. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ

8.	Научные полнотекстовые журналы издательства <b>Taylor&amp; Francis Group*</b> <a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
9.	Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
10	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
11	Научный полнотекстовый журнал Science <b>The American Association for the Advancement of Science</b> <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
12	Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
13	Научные полнотекстовые журналы Американского института физики <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России

14	Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* <a href="http://www.opticsinfobase.org/">http://www.opticsinfobase.org/</a>	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
15	База данных GreenFile компании EBSCO* <a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a>	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
16	Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849– 1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 -1996) Taylor & Francis (1798-1997) Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)	2361 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

## 5.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 5.2.1. Средства обеспечения освоения дисциплины

Лекционные занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной средствами мультимедиа, интерактивной доской с проектором.

Практические и лабораторные занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современными средствами вычислительной техники, автоматизированными стендами с возможностью регистрации данных в режиме реального времени и их обработки современным программным обеспечением, сохранением информации в базе данных кафедрального сервера, средствами мультимедиа, интерактивной доской с проектором.