

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

М.Е. Лустенков

«26» 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/Б.Р.В.В. 51/p

МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Методы экспериментальных исследований

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	16
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Зачёт, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	48
Самостоятельная работа, часы	24
Всего часов / зачетных единиц	72 / 2

Кафедра-разработчик программы: «Технология машиностроения»

(название кафедры)

Составитель: Г.Ф. Шатуров, докт. техн. наук, профессор, Д.Г. Шатуров, канд. техн. наук

(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 206 от 12.03.2015 г., учебным планом рег. № 150306-1 от 16.09.2016 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Технология машиностроения» «19» сентября 2016 г., протокол № 2

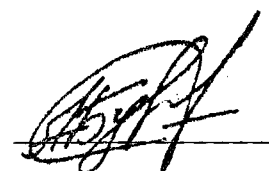
Зав. кафедрой


В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«23» сентября 2016 г., протокол № 1

Зам. председателя Президиума
научно-методического совета


А.Д. Бужинский

Рецензент:


Анатолий Николаевич Жигалов, генеральный директор ЗАО «Промлизинг», канд. техн. наук

Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим
отделом


Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического
отдела


О.Е. Печковская
23.09.16

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы экспериментальных исследований» является подготовка ознакомление студентов с базовыми определениями и понятиями экспериментальных исследований, в получении студентами знаний и умений в области организации и методологии проведения научных и экспериментальных исследований, с принципами анализа и обработки данных, изучение типичных примеров применения современных методов статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- базовые концепции работы измерительных устройств;
- основы планирования экспериментов и обработки их результатов;
- общие правила анализа данных и получение выводов по результатам эксперимента;
- статистические методы при проведении эксперимента и анализа результатов экспериментальных исследований;
- принципы построения и функционирования различных типов экспериментального лабораторного оборудования.

уметь:

- планировать и проводить экспериментальные исследования, обрабатывать результаты экспериментов;
- проводить исследования новых технологий, инструментов, проектов и решений, оценивать их инновационный потенциал.

владеть:

- приёмами и оборудованием экспериментальных исследований;
- современными средствами анализа и математической обработки данных измерений.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к специальным дисциплинам профессионального цикла по выбору (Б.1.В.ДВ.5). Блок 1, вариативная часть, дисциплина по выбору.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- физика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- экспериментальные исследования робототехнических систем.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-3	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК-3	способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
ПК-5	способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК-13	готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
ПК-14	способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований
ПК-16	способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению
ПК-27	готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Базовые понятия и определения экспериментальных исследований. Обобщенная структура и кон-	Цель и задачи курса. Принципы построения курса. Порядок работы студентов и правила оценивания успеваемости. Используемая литература. Предмет курса " Методы экспериментальных исследований ". Место курса в программе подготовки по специальности. Основные термины. Общая система	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27

	кратные примеры современных экспериментальных исследований	получения данных. Принципы обработки сигнала. Передача данных. Преобразование сигнала. Сигналы аналоговый, цифровой, цифровой-аналоговый. Обработка данных. Базовая концепция работы измерительных устройств. Измерения и единицы измерений. Концепция динамических измерений.	
2	Особенности проведения экспериментальных исследований в машиностроении.	Основы планирования эксперимента. Этапы проведения экспериментальных исследований. Построение системы измерений. Точность измерений. Причины и типы погрешности при проведении эксперимента. Влияние анализа точности измерений на построение эксперимента. Анализ погрешности. Общие правила анализа данных и получения выводов по результатам эксперимента. Представление результатов исследований. Важность правильного и корректного представления результатов исследований. Научный отчет или статья. Правила оформления ссылок на использованные источники. Правила оформления статей и отчетов. Правила представления научных докладов на конференции. Графическое представление результатов. Устное представление результатов экспериментальных исследований. Издание научно-технической литературы.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
3	Современные подходы к обработке данных экспериментальных исследований.	Статистические методы при проведении эксперимента и анализе результатов экспериментальных исследований. Математические методы при проведении экспериментальных исследований.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
4	Экспериментальные погрешности измерений и методы их оценок.	Методы оценки грубых погрешностей и методики их отсеивания: метод Грэббса, Ирвина, Романовского. Методы систематических погрешностей и методы их учета. Случайные погрешности и определение объема выборки с заданной степенью надёжности.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
5	Основы планирования исследований методом однофакторного эксперимента.	Планы первого порядка (линейные планы). Выбор основных факторов, интервалов и уровней варьирования факторов; кодирование факторов; построение матрицы планирования и рабочей матрицы эксперимента; оценка воспроизводимости и значимости коэффициентов, получение уравнения и проверка его на адекватность; перевод уравнения из кодированных в натуральные величины. Построение математических моделей на базе использования метода наименьших квадратов (МНК). Методики решения уравнений методом подстановки, с использованием определителей и средних величин как искомой линии генеральной совокупности. Проверка адекватности и достоверности полученной зависимости.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
6	Планирование исследований при получении оптимизирующего параметра в виде степенной функции	Выбор оптимизирующего параметра в виде уравнения степенного вида. Преобразование уравнения степенного вида в линейную модель. Выбор уровней и интервалов варьирования факторов, кодирование факторов; составление матрицы планирования и рабочей матрицы проведения экспериментов; определение величин коэффициентов и их значимость; проверка уравнения на адекватность; переход от кодированных значений факторов к именованным. Получение методом потенцирования оптимизирующего параметра в виде уравнений степенного вида.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
7	Рототабельное планирование второго порядка (план Бокса)	Выбор основных факторов оптимизирующего параметра. Определение числа точек ядра, звёздных точек, нулевых точек, величины плеча звёздных точек и общего числа опытов. Кодирование факторов. Построение матрицы планирования и матрицы экспериментов, определение значимости коэффициентов, проверка уравнения на адекватность и переход от кодированных величин к именованным.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27
8	Методы экспериментальных исследований и стабильности механической обработки деталей машин	Методы оценки точности и стабильности от случайных погрешностей: закон нормального распределения (закон Гаусса), равнобедренного треугольника (закон Симпсона), закон равной вероятности. Оптимизация условий обработки валов.	ОПК-3, 6 ПК-1, 3, 5, ПК-13, 14, ПК-16, 27

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1									
1	Тема 1. Базовые понятия и определения экспериментальных исследований. Обобщенная структура и конкретные примеры современных экспериментальных исследований.	2	Пр. р. 1 Определение математической модели размерного износа лезвия реза от времени резания	2	Лаб. р. 1 Исследование износа лезвийного инструмента	2	3	ЗПР ЗЛР	5 5
3	Тема 2. Особенности проведения экспериментальных исследований в машиностроении.	2	Пр. р. 2 Определение математической модели периода стойкости и ресурса работы лезвийного инструмента.	2	Лаб. р. 2 Определение стойкости лезвийного инструмента при заданном критерии износа.	2	3	ЗПР ЗЛР	5 5
5	Тема 3. Современные подходы к обработке данных экспериментальных исследований.	2	Пр. р. 3 Получение математической зависимости параметра оптимизации методом наименьших квадратов (МНК).	2	Лаб. р. 3 Метод одномерной оптимизации.	2	3		
7	Тема 4. Экспериментальные погрешности измерений и методы их оценок.	2	Пр. р. 3 Получение математической зависимости параметра оптимизации методом наименьших квадратов (МНК).	2	Лаб. р. 3 Метод одномерной оптимизации.	2	3	ЗПР ЗЛР	5 5
8								ПКУ	30
Модуль 2									
9	Тема 5. Основы планирования исследований методом однофакторного эксперимента.	2	Пр. р. 4 Метод полного факторного эксперимента (ПФЭ).	2	Лаб. р. 4 Метод многофакторной оптимизации.	2	3	ЗПР	5
11	Тема 6. Планирование исследований при получении оптимизирующего параметра в виде степенной функции.	2	Пр. р. 5 Методика получения зависимости степенного вида.	2	Лаб. р. 4 Метод многофакторной оптимизации.	2	3	ЗПР ЗЛР	5 5
13	Тема 7. Рототабельное планирование второго порядка (план Бокса)	2	Пр. р. 6 Методика исследований получения параметра оптимизации в виде полинома второй степени.	2	Лаб. р. 5 Установление оптимальных условий обработки поверхностей валов	2	3	ЗПР	5
15	Тема 8. Методы экспериментальных исследований и стабильности механической обработки деталей машин	2	Пр. р. 7 Оценка точности обработки по методу Гаусса, Симпсона и равной вероятности	2	Лаб. р. 5 Установление оптимальных условий обработки поверхностей валов	2	3	ЗПР ЗЛР	5 5
17								ПКУ ПА (зачет)	30 40
	Итого	16		16		16	24		100

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	Темы 1-8			16
2	С использованием ЭВМ			Лаб. р. 1-5	16
3	Расчетные		Пр. р. 1-7		16
	ИТОГО	16	16	16	48

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Тестовые задания для проведения контрольного опроса: - модуль 1 - модуль 2	1 1
2	Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам	1
3	Перечень контрольных вопросов к практическим работам	1
4	Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы	1
5	Вопросы к зачету	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>ОПК-3 владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает базовые понятия и определения информационно-измерительной техники, базовые понятия метрологии и теории информации; примеры современных информационных систем.	Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем

2	Продвинутый уровень	Владеет навыками построения информационных систем; имеет представление о принципах построения и функционирования электронной части системы.	Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных при экспериментальных исследованиях робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен использовать современные достижения в области преобразования механических величин в электрические величины; современные подходы к интеграции информационных устройств в единую мехатронную систему.	Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий при экспериментальных исследованиях

ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

1	Пороговый уровень	Знает основы цифровой техники; основы цифровой обработки изображений; основы алгоритмизации и программирования	Разработка системы сбора данных с помощью простейших преобразователей
2	Продвинутый уровень	Владеет методами выполнения действий с двоичными числами, составления алгоритмов вычислений, программирования на языках высокого уровня	Разработка плана эксперимента на основе типовых решений при экспериментальных исследованиях
3	Высокий уровень	Способен разрабатывать и выполнять отладку программ управления робототехническими системами на языках программирования высокого уровня	Разработка плана проведения эксперимента с использованием современных информационных технологий обработки результатов экспериментальных исследований

ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электро-механические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

1	Пороговый уровень	Знает области применения мехатронных и робототехнических систем, концепции их построения, определения и терминологии в мехатронике и робототехнике	Владеет основными терминами и определениями, концепциями построения мехатронных и робототехнических систем.
2	Продвинутый уровень	Применяет элементы функционального анализа, теорию вероятностей и математической статистики принципов действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем	Может с помощью программно-технических средств реализовывать разработанные модели мехатронных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для разработки и реализации математических моделей составных частей и объектов мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и отлаживать программные средства моделирования.	Способен самостоятельно разрабатывать и реализовывать математические модели составных частей и объектов мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и отлаживать программные средства моделирования.

ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий

1	Пороговый уровень	Знает функциональное назначение контрольных, управляющих и исполнительных робототехнических систем.	Имеет представления о способах управления и настройки робототехнических систем.
2	Продвинутый уровень	Применяет полученные знания при анализе эффективности функционирования управляющих, информационных и исполнительных устройств робототехнических систем.	Может с помощью руководящих материалов и программно-технических средств выполнять сборку и проводить настройку системы; способен самостоятельно решать типовые задачи и принимать инженерные решения по известным алгоритмам.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной разработки и экспериментальных исследований макетов управляющих, информационных и исполнительных устройств робототехнических систем.	Способен самостоятельно с использованием программно-технических средств выполнять проектирование и сборку робототехнических систем; на основании экспериментальных исследований проводить регулировочные расчеты и настройку системы; синтезировать алгоритмы управления и корректирующие устройства.
ПК-5 способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств			
1	Пороговый уровень	Знает порядок работы по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и макетах и обработки результатов эксперимента.	Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Применяет полученные знания при организации и проведении экспериментов на действующих объектах и обработке полученных результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.	Может с помощью разработанной ранее методики и контрольно-измерительной аппаратуры проводить эксперименты и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной разработки методики проведения экспериментов на действующих объектах, проводить обработку результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем; выполнять обработку результатов эксперимента; по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы; разрабатывать методики проведения экспериментов.

ПК-13 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками формирования плана измерений и испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы	Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для проведения предварительных испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы и вести соответствующие журналы испытаний	Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.

ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований

1	Пороговый уровень	Знает порядок планирования проведения экспериментов на действующих объектах и макетах и владеет основными методами обработки результатов эксперимента.	Составление плана эксперимента, обработка результата экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Применяет полученные знания при организации и проведении экспериментов на действующих объектах и обработке полученных результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.	Может с помощью разработанного ранее плана эксперимента проводить эксперименты и анализировать полученные результаты с применением современных информационных технологий и программно-технических средств
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной разработки методики проведения экспериментов на действующих объектах, проводить обработку результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем, выполнять обработку результатов эксперимента, по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы.

ПК-16 способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению

1	Пороговый уровень	Знает потенциальные опасности, которые могут сопровождать экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Знание о потенциальных опасностях, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Способен оценить потенциальные опасности, которые могут сопровождать экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем на основе выполненного количественного и качественного анализа	Качественная и количественная оценка потенциальных опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен проводить качественный и количественный анализ опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем, их разрабатываемых узлов и агрегатов и обосновывать меры по предотвращению возможных опасностей.	Разработка мер предотвращения опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем на основе их качественного и количественного анализа

ПК-27 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками формирования плана измерений и испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы	Может с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных задач мехатроники и робототехники.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для проведения предварительных испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы и вести соответствующие журналы испытаний	Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>ОПК-3 владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>	
Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных при экспериментальных исследованиях робототехнических систем	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4
Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий при экспериментальных исследованиях	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4
<i>ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>	
Разработка системы сбора данных с помощью простейших преобразователей	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Разработка плана эксперимента на основе типовых решений при экспериментальных исследованиях	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 1, 2, 7, лабораторным работам 1, 2, 5. Требования к отчетам по практическим работам 1, 2, 7, лабораторным работам 1, 2, 5
Разработка плана проведения эксперимента с использованием современных информационных технологий обработки результатов экспериментальных исследований	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 1, 2, лабораторным работам 1, 2, 5. Требования к отчетам по практическим работам 1, 2, лабораторным работам 1, 2, 5
<i>ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники</i>	
Владеет основными терминами и определениями, концепциями построения мехатронных и робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью программно-технических средств реализовывать разработанные модели мехатронных и робототехнических систем	Вопросы к самостоятельной подготовке к практической работе 3, лабораторным работам 3, 4. Требования к отчетам по практической работе 3, лабораторным работам 3, 4
Способен самостоятельно разрабатывать и реализовывать математические модели составных частей и объектов мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и отлаживать программные средства моделирования.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практической работе 3, лабораторным работам 3, 4. Требования к отчетам по практической работе 3, лабораторным работам 3, 4
<i>ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий</i>	
Имеет представления о способах управления и настройки робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью руководящих материалов и программно-технических средств выполнять сборку и проводить настройку системы; способен самостоятельно решать типовые задачи и принимать инженерные решения по известным алгоритмам.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4

Способен самостоятельно с использованием программно-технических средств выполнять проектирование и сборку робототехнических систем; на основании экспериментальных исследований проводить регулировочные расчеты и настройку системы; синтезировать алгоритмы управления и корректирующие устройства.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4
<i>ПК-5 способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</i>	
Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью разработанной ранее методики и контрольно-измерительной аппаратуры проводить эксперименты и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4
Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания; выполнять обработку результатов эксперимента; по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы; разрабатывать методики проведения экспериментов	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4 Требования к отчетам по практическим работам 3-6, лабораторным работам 3-4
<i>ПК-13 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</i>	
Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6
Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6
<i>ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований</i>	
Составление плана эксперимента, обработка результата экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью разработанного ранее плана эксперимента проводить эксперименты и анализировать полученные результаты с применением современных информационных технологий и программно-технических средств	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 3-5, практическим работам 3-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 3-5, практическим работам 3-6
Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем, выполнять обработку результатов эксперимента, по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 3-5, практическим работам 3-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 3-5, практическим работам 3-6

ПК-16 способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению	
Знание о потенциальных опасностях, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Качественная и количественная оценка потенциальных опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2,
Разработка мер предотвращения опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем на основе их качественного и количественного анализа	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2,
ПК-27 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	
Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6
Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2, 5, практическим работам 4-6

5.3 Критерии оценки практических работ

№	Этап выполнения	Максимум
1	Выполнение задания в соответствии с требованиями методических рекомендаций.	2
2	Аккуратность выполнения отчета	1
3	Полнота ответов на вопросы при защите практической работы	2

5.4 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторная работа предусматривает ее выполнение, оформление отчета и защиту. Лабораторные работы включают: изучение теоретических положений, выполнение измерений, обработка результатов измерений, расчеты и составление схем в соответствии с методическими указаниями. Отчет должен содержать всю необходимую информацию о выполненной работе, выводы. Защита работы проводится по контрольным вопросам, приведенным в методических указаниях.

Баллы	Критерии
5	Систематизированные, глубокие и полные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, а также по основным вопросам, выходящим за ее рамки. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.

4	<p>Достаточно полные и систематизированные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, использование научной терминологии.</p> <p>Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.</p>
3	<p>Достаточный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, минимально соответствующий требованиям образовательного стандарта, использование научной терминологии.</p> <p>Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.</p>
2	<p>Недостаточно полный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, не соответствующий минимальным требованиям, установленным образовательным стандартом.</p> <p>Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.</p>

5.5 Критерии оценки зачета

Оценка	Баллы	Критерии
Зачтено	35-40	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии.</p> <p>Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку.</p> <p>Знание современных тенденций в области проведения экспериментальных исследований, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.</p>
	26-34	<p>Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам учебной программы, использование научной терминологии.</p> <p>Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку.</p> <p>Знание современных тенденций в области проведения экспериментальных исследований, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.</p>
	15-25	<p>Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, использование научной терминологии.</p> <p>Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку.</p> <p>Умение ориентироваться в современных тенденциях в области проведения экспериментальных исследований.</p>
не зачтено	0-14	<p>Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта.</p> <p>Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине.</p> <p>Неумение ориентироваться в современных тенденциях в области проведения экспериментальных исследований.</p>

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение тестовых заданий;
- изучение нормативных документов;
- исследовательская работа, в том числе научно-исследовательская;

- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- перевод с иностранных языков;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа со справочной литературой и словарями;
- участие в научных и практических конференциях;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Острейковский, В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных [электронный ресурс]: учебное пособие с использованием пакета MathCad / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский - М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.	-	znanium.com
2	Рузавин, Г.И. Методология научного познания [электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Г.И. Рузавин. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 487 с.	-	znanium.com

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Горохов, В. А. Основы экспериментальных исследований и методики их проведения : учеб. пособие / В. А. Горохов. - Мн. ; М. : Новое знание : ИНФРА-М, 2016. - 655с.	-	5
2	Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учеб. пособие / И. Б. Рыжков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 224с.	-	5
3	Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad : учеб. пособие / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. : Высш. шк. : Абрис, 2012. - 208с.	-	5

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека;
- <https://sites.google.com/site/ctmechanics/> – компьютерные технологии в механике, примеры использования пакета «Математика» для анализа механических систем;
- <http://novtex.ru/mech> – материалы сайта журнала «Мехатроника, автоматизация, управление».

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Шатуров Д.Г. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Методы экспериментальных исследований» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (электронный вариант).

2 Шатуров Г.Ф. Методические рекомендации к практическим работам по дисциплине «Методы экспериментальных исследований» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Темы лекционных занятий, обеспеченные мультимедийными презентациями:

Тема 1. Базовые понятия и определения экспериментальных исследований. Обобщенная структура и конкретные примеры современных экспериментальных исследований.

Тема 2. Особенности проведения экспериментальных исследований в машиностроении.

Тема 3. Современные подходы к обработке данных экспериментальных исследований.

Тема 4. Экспериментальные погрешности измерений и методы их оценок.

Тема 5. Основы планирования исследований методом однофакторного эксперимента.

Тема 6. Планирование исследований при получении оптимизирующего параметра в виде степенной функции.

Тема 7. Рототабельное планирование второго порядка (план Бокса).

Тема 8. Методы экспериментальных исследований и стабильности механической обработки деталей машин.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

При проведении практических и лабораторных работ, используется программное обеспечение:

- программа LibreOffice Calc реализующая математические вычисления;
- программный пакет MATLAB[®] для решения задач технических вычислений;

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «САПР», рег. номер ПУЛ-4.441-449/1-16.