

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказом и.о. ректора  
от «17» июня 2022 г. № 77

**Б1.В.ДВ.02.01 Теория эксперимента в исследованиях систем**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Специализация/профиль – Мехатроника и робототехника на транспорте

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 6

(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 3 семестр

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34/6	<b>34/6</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)		
– лабораторные	17/6	<b>17/6</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	74	<b>74</b>
<b>Итого</b>	<b>108/6</b>	<b>108/6</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1023.

Программу составил(и):

доктор технических наук, доцент, профессор, А.Ю. Мухопад

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «17» июня 2022 г. № 16

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

А.А.Александров

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цель дисциплины

1	ознакомление студентов с методами построения эффективного эксперимента для определения свойств изучаемого объекта
---	---

### 1.2 Задача дисциплины

1	научить разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем
---	--

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.08 Информационно-измерительные системы
2	Б1.О.09 Навигационные системы
3	Б1.О.12 Моделирование многозвенных систем и управление
4	Б1.О.13 Мехатронные и робототехнические системы на транспорте
5	Б1.О.15 Отраслевые стандарты и документация
6	Б1.В.ДВ.03.01 Микропроцессорное управление силовой электроникой
7	Б1.В.ДВ.04.01 Интерфейсы мехатронных систем
8	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
9	ФТД.01 Системы автоматизированного проектирования и производства
10	ФТД.02 Защита интеллектуальной собственности
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
2	Б2.О.03(П) Производственная - проектная практика
3	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
4	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
5	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники	ПК-1.3 Разрабатывает экспериментальные макеты и методики исследований мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Знать: стратегию эффективного планирования эксперимента; методы обоснования структуры и оценивания параметров математической модели; методы планирование машинных экспериментов с моделями систем
		Уметь: использовать основные методы регрессионного анализа для оценивания параметров исследуемого объекта; определять параметры оценок; строить оптимальные планы для проведения эксперимента; использовать современные программные среды для обработки экспериментальных данных
		Владеть: типовыми методами и способами построения эксперимента для изучения свойств мехатронного или робототехнического объекта; типовыми методами обработки экспериментальных данных и оценки его параметров
ПК-2 Способен разрабатывать проекты мехатронных и	ПК-2.1 Разрабатывает проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем	Знать: теоретические основы и физические принципы работы применяемых в мехатронике и робототехнике чувствительных элементов;

робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации	управления технологическими и производственными процессами и осуществляет техническое руководство процессами их разработки	принципы разработки проектов мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими и производственными процессами; основы технического руководства процессами их разработки
		Уметь: обрабатывать изображения, осуществлять фильтрацию и коррекцию геометрических изображений; разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными знаниями и освоенным арсеналом методов построения информационных систем в робототехнике и мехатронике, а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных технологий новыми знаниями, умениями и методами исследования; применять алгоритмы решения практических задач в области мехатроники и робототехники; осуществлять техническое руководство процессами их разработки
		Владеть: навыками решения задач обнаружения, определения ориентации, различия, опознавания и исследования; способами разработки проектов мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления; навыками технического руководства процессами их разработки и реализации

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Понятие о планировании эксперимента.</b>					
1.1	Тема 1. Стратегия эффективного планирования эксперимента	3	5		10	ПК-1.3 ПК-2.1
1.2	Тема 2. Выбор и анализ эмпирических моделей. Виды моделей	3		5 / 3	8	ПК-1.3
1.3	Тема 3. Самостоятельная работа. Параметры оценок. Методы оценивания параметров	3	2		6	ПК-2.1
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Оценка параметров модели.</b>					
2.1	Тема 4. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели: критерий Фишера, определение дисперсий неточности модели и ошибки эксперимента, определение дисперсии воспроизводимости эксперимента, проверка однородности дисперсий	3	3		8	ПК-1.3 ПК-2.1
2.2	Тема 5. Лабораторная работа. Проверка значимости коэффициентов модели. Стратегическое планирование эксперимента	3		6	8	ПК-1.3
2.3	Тема 6. Самостоятельная работа. Планирование экспериментов при построении полной квадратичной модели	3	2		8	ПК-2.1
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Критерии оптимальности планов. Принятие решений после построения модели процесса.</b>					
3.1	Тема 7. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент	3	3		8	ПК-1.3 ПК-2.1
3.2	Тема 8. Лабораторная работа. D-оптимальные планы: основные свойства D-оптимальных планов, метод построения D-оптимальных планов, синтез D-оптимальных тестирующих сигналов для идентификации динамических объектов	3		6 / 3	10	ПК-2.1

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
3.3	Тема 9. Самостоятельная работа. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем: определение начальных условий, проблема обеспечения точности и достоверности результатов, уменьшение дисперсии оценок, правило автоматической остановки имитационного эксперимента Вопросы обработки результатов	3	2			8	ПК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – зачет	3					ПК-1.3 ПК-2.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17		17/6	74	

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Костин, В. П. Теория эксперимента : учебное пособие / В. П. Костин. Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. - 209с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259219">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259219</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
6.1.1.2	Пыхалов, А. А. Математическое моделирование и основы автоматизированного проектирования систем и процессов : учеб. пособие / А. А. Пыхалов, А. В. Кулешов. Иркутск : ИрГУПС, 2012. - 176с.	15

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие - 9-е изд., стер. / В. Е. Гмурман. М. : Высш. шк., 2003. - 479с.	70
6.1.2.2	Сперанский, Д. В. Лекции по теории экспериментов с конечными автоматами : учебное пособие / Д. В. Сперанский. Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 288с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233287">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233287</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн

##### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Мухопад, А. Ю. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Теория эксперимента в исследованиях систем по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, профиль Мехатронные системы на транспорте / А.Ю. Мухопад ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 12 - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1375_1508_2022_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1375_1508_2022_1_signed.pdf</a>	Онлайн

##### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01
6.3.2.3	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №334100010011000114-0000756-01
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-408*(408-1) Компьютерный класс – «Моделирование технических систем управления» для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: Специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, мультимедиапроектор, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
3	Учебная аудитория Д-410 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную,</p>

	<p>образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Теория эксперимента в исследованиях систем» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

## **Приложение № 1 к рабочей программе**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий.

#### Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

ПК-3 Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем, а также разрабатывать методики проведения экспериментальных исследований на них

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>Семестр 3</b>					
1	1-4	Текущий контроль	Раздел 1. Понятие о планировании эксперимента.	ПК-1.3; ПК-2.1	конспект (письменно) самостоятельно изученного

					теоретического материала или возможна подготовка сообщения, доклада (устно) Собеседование по итогам выполнения лабораторных работ (устно)
2	4-10	Текущий контроль	Раздел 2. Оценка параметров модели.	ПК-1.3; ПК-2.1	конспект (письменно) самостоятельно изученного теоретического материала или возможна подготовка сообщения, доклада (устно) Собеседование по итогам выполнения лабораторных работ (устно)
3	10-15	Текущий контроль	Раздел 3. Критерии оптимальности планов. Принятие решений после построения модели процесса.	ПК-1.3; ПК-2.1	конспект (письменно) самостоятельно изученного теоретического материала или возможна подготовка сообщения, доклада (устно) Собеседование по итогам выполнения лабораторных работ (устно)
8	15	Текущий контроль зачет	Все разделы	ПК-1.3; ПК-2.1	Зачет (устно)

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины/прохождения практики включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырех балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Конспект	Средство, позволяющее формировать и оценивать способность обучающегося к восприятию, обобщению и анализу информации.	Темы конспектов по дисциплине представлены в системе IrGUPS Moodle

		Рекомендуется для оценки знаний и умений обучающихся	<a href="http://sdo2.irgups.ru/enrol/index.php?id=2197">http://sdo2.irgups.ru/enrol/index.php?id=2197</a>
2	Сообщение, доклад (публичное выступление по представлению полученных результатов практических работ)	Публичное выступление по представлению результатов выполнения письменной работы	Темы работ представлены в системе IrGUPS Moodle <a href="http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2508">http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2508</a>
3	Защита отчета по лабораторной работе	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на тему выполненной лабораторной работы.	Темы заданий представлены в системе IrGUPS Moodle <a href="http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2508">http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2508</a>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений навыками обучающихся	Вопросы к зачету представлены в системе IrGUPS Moodle <a href="http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2501">http://sdo2.irgups.ru/course/view.php?id=2501</a>

### Перечень оценочных средств для текущего контроля

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости представлены ниже.

#### Критерии и шкала оценивания конспекта

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Конспект полный. В конспектируемом материале выделена главная и второстепенная информация. Установлена логическая связь между элементами конспектируемого материала. Даны определения основных понятий; основные формулы приведены с выводом, дана геометрическая иллюстрация. Приведены примеры
«хорошо»	Конспект полный. В конспектируемом материале выделена главная и второстепенная информация. Установлена не в полном объеме логическая связь между элементами конспектируемого материала. Даны определения основных понятий; основные формулы приведены без вывода, частично дана геометрическая иллюстрация. Примеры приведены частично
«удовлетворительно»	Конспект не полный. В конспектируемом материале не выделена главная и второстепенная информация. Не установлена логическая связь между элементами конспектируемого материала. Даны определения основных понятий; основные формулы приведены без вывода, нет геометрической иллюстрации. Примеры отсутствуют
«неудовлетворительно»	Конспект не удовлетворяет ни одному из критериев, приведенных выше

#### Предоставление доклада

Практические работы проводятся в виде самостоятельной подготовки доклада на изучаемую тему. На практических занятиях происходит публичное выступление по представлению результатов выполнения письменной работы

Практические работы представлены в системе дистанционного обучения ИрГУПС. После практических работ в методическом комплексе излагаются контрольные вопросы и задания, связанные с изучаемым разделом дисциплины, и рассчитанные на определение уровня знаний и объема усвоенного материала у обучающегося.

#### Критерии и шкала оценивания сообщения, доклада

В процессе изучения дисциплины обучающийся должен подготовить не менее одного доклада. Критерии его оценки следующие:

Оценка	Критерий оценки
--------	-----------------

«отлично»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучаемый глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет понятиями.</li> </ul>
«хорошо»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучаемый твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой основных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть обучаемый освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучаемый не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>

### **Критерии формирования оценок на зачете по дисциплине**

1	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если им успешно выполнены практические занятия, успешно пройдены все этапы текущего контроля.
2	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если им не пройден хотя бы один этап текущего контроля

### **Предоставление доклада**

Практические работы проводятся в виде самостоятельной подготовки доклада на изучаемую тему. На практических занятиях происходит публичное выступление по представлению результатов выполнения письменной работы

Практические работы представлены в системе дистанционного обучения ИрГУПС. После практических работ в методическом комплексе излагаются контрольные вопросы и задания, связанные с изучаемым разделом дисциплины, и рассчитанные на определение уровня знаний и объема усвоенного материала у обучаемого.

### **Выполнение практических заданий**

Практические работы проводятся в виде письменного выполнения практических заданий. Практические работы представлены в системе дистанционного обучения ИрГУПС. После практических работ в методическом комплексе излагаются контрольные вопросы и задания, связанные с изучаемым разделом дисциплины, и рассчитанные на определение уровня знаний и объема усвоенного материала у обучаемого.

### **3 Типовые материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Темы конспектов**

1 Параметры оценок.

- 2 Методы оценивания параметров.
- 3 Планирование экспериментов при построении полной квадратичной модели.
- 4 Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем
- 5 Определение начальных условий
- 6 Проблема обеспечения точности и достоверности результатов
- 7 Уменьшение дисперсии оценок.
- 8 Правило автоматической остановки имитационного эксперимента
- 9 Вопросы обработки результатов

#### **Перечень типовых докладов**

1. Сущность планирования эксперимента
2. Основные задачи теории планирования эксперимента
3. Факторы оптимизации и требования к ним
4. Выбор уровня варьирования факторов
4. Требования предъявляемые к параметрам оптимизации
5. Сущность ПФЭ
6. Область описания уравнения регрессии, полученное с помощью ПФЭ, границы его использования
7. Взаимодействие и количество факторов в ПФЭ
8. Сущность и цели стандартизации масштаба факторов

#### **Перечень вопросов к зачету по дисциплине**

1. Как составляется и какими свойствами обладает дробный факторный эксперимент?
2. Минимизация числа опытов ?
3. Как проверить воспроизводимость опытов?
4. Как рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения?
5. Как проверить статистическую значимость оценок коэффициентов регрессии?
6. Как проверить адекватность полученной мат. модели?
7. Как перейти к исходным физическим переменным?

#### **Варианты заданий лабораторных работ**

##### **Лабораторная №1 «ПОЛНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ»**

###### **1. Цель**

Исследовать радиоэлектронное средство (РЭС) с применением полного факторного эксперимента и получить математическую модель данного РЭС.

###### **3. Порядок выполнения работы**

1. В соответствии с индивидуальным заданием необходимо перейти к стандартизированному масштабу факторов, составить МП ПФЭ и проверить ее свойства, рандомизировать опыты.
2. Провести ПФЭ.
3. Проверить воспроизводимость опытов. Если дисперсии неоднородны, повторить эксперимент.
4. Рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения.
5. Проверить статистическую значимость коэффициентов регрессии.
6. Проверить адекватность полученной ММ.
7. Перейти к исходным физическим переменным.
8. Записать полученную ММ и сделать выводы.

###### **4. Содержание отчета**

Отчет по выполненной работе должен содержать:

1. Постановку задачи и цель работы.
2. Матрицу планирования эксперимента.

3. Результаты проверки воспроизводимости опытов. Результаты расчетов коэффициентов регрессии и проверки их статистической значимости.
4. Результаты проверки адекватности полученной ММ исходными экспериментальными данными.
5. ММ исследуемого объекта в нормированных и физических переменных.
6. Выводы и предложения о ходе дальнейших исследований, составленные на основании анализа ММ.

### 3.5 Тестирование по дисциплине

#### 3.5.1 Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.3	Тема 1. Стратегия эффективного планирования эксперимента	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-2.1	Тема 2. Выбор и анализ эмпирических моделей. Виды моделей	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
ПК-1.3; ПК-2.1	Тема 3. Самостоятельная работа. Параметры оценок. Методы оценивания параметров	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ПК-2.1	Тема 4. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели: критерий Фишера, определение дисперсий неточности модели и ошибки эксперимента, определение дисперсии воспроизводимости эксперимента, проверка однородности дисперсий	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-1.3; ПК-2.1	Тема 5. Лабораторная работа. Проверка значимости коэффициентов модели. Стратегическое планирование эксперимента	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ПК-1.3; ПК-2.1	Тема 6. Самостоятельная работа. Планирование экспериментов при построении полной квадратичной модели	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ПК-2.1	Тема 7. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ПК-1.3	Тема 8. Лабораторная работа. D-оптимальные планы: основные свойства D-оптимальных планов, метод построения D-оптимальных планов, синтез D-	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ



	оптимальных тестирующих сигналов для идентификации динамических объектов		
ПК-1.3; ПК-2.1	Тема 9. Самостоятельная работа. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем: определение начальных условий, проблема обеспечения точности и достоверности результатов, уменьшение дисперсии оценок, правило автоматической остановки имитационного эксперимента Вопросы обработки результатов	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Итого	81 – ОТЗ 81 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. **Что такое – математическая модель?**
  - а) качественного или количественного описания объектов или процессов,
  - б) описание функции, выполняемые основными составными частями предприятия
  - в) рисунки, чертежи и блок–схемы
2. **Что такое измерение?**
  - а) сравнение измеряемой величины с исходной величиной;
  - б) процесс получения опытным путем числового соотношения между измеряемой величиной и значением, принятым за единицу;
  - в) сравнение эталона и средства измерения.
3. **Как называется средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера?**
  - а) мера;
  - б) измерительная система;
  - в) измерительный прибор.
4. **Какое средство измерения вырабатывает сигнал измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем?**
  - а) измерительный прибор;
  - б) мера;
  - в) измерительный преобразователь.
5. **Как называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины?**
  - а) погрешность измерения;
  - б) неточность измерения
  - в) искажение измерения.
6. **Абсолютная погрешность имеет размерность**
  - а) в процентах
  - б) в долях
  - в) в единицах измеряемой физической величины.
7. **Что является наиболее близким к истинному значению измеряемой величины при многократных измерениях одной и той же величины**
  - а) среднее геометрическое;
  - б) среднее арифметическое;
  - в) среднее квадратичное.

8. **Какая температурная шкала используется в системе СИ?**  
а) Кельвина;  
**б) Цельсия;**  
в) Фаренгейта;  
г) Реомюра.
1. **Какой доверительный интервал следует выбрать для обеспечения нахождения в нем случайных величин с вероятностью не выше 0,683?**  
а)  $\pm 1\sigma$   
б)  $\pm 2\sigma$   
в)  $\pm 3\sigma$
2. **Какой вид упругого чувствительного элемента наиболее часто используется в манометрах для технических измерений**  
а) мембрана  
б) сильфон  
**в) трубчатая пружина (трубка Бурдона)**
3. **В каких единицах измеряется давление в системе СИ**  
а) Паскаль  
б) торр (мм рт. ст.)  
в)  $\text{кг/см}^2$
4. **Какой вторичный прибор используется совместно с термометром сопротивления**  
а) мост постоянного тока  
**б) потенциометр**  
в) миллиамперметр
5. **Что такое температура в терминологии технического измерения ?**  
а) мера нагретости тела  
б) мера кинетической энергии отдельной молекулы  
в) характеристика технологического процесса.
6. **Принцип действия манометрического термометра основан на**  
а) тепловом расширении рабочего тела;  
**б) зависимости между температурой и давлением рабочего вещества в замкнутой герметичной термосистеме;**  
в) изменении давления в термобаллоне.
7. **Что такое «анемометр»**  
а) прибор для измерения концентрации газа в смеси  
**б) прибор для измерения скорости потока газа или жидкости**  
в) прибор для измерения упругих деформаций
8. **Как называются приборы для измерения частоты вращения**  
а) психрометры  
**б) тахометры**  
в) анемометры
9. **Поведение каких веществ изучает реология**  
а) ньютоновских жидкостей  
**б) пластично-вязких реальных тел**  
в) упругих тел

#### 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения						
Конспект	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока самостоятельного написания конспекта должен довести до сведения обучающихся тему конспекта и указать необходимую учебную литературу. Темы и перечень необходимой учебной литературы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Конспект должен быть выполнен в установленный преподавателем срок. Конспекты в назначенный срок сдаются на проверку. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения контрольно-оценочного мероприятия, оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся.						
Сообщение, доклад	Преподаватель на практическом занятии предлагает обучаемым для выбора темы и распределяет очередность реализации устных докладов. Темы и перечень необходимой учебной литературы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Возможны сообщения, доклады по темам, предлагаемыми самими обучаемыми в рамках изучаемой дисциплины.						
Защита лабораторной работы.	После выполнения лабораторной работы обучаемый оформляет отчет в соответствии с требованиями содержания отчета и сдает преподавателю на проверку правильности выполнения. Затем защищает лабораторную работу. Защита производится в устной форме. На защите необходимо ответить на вопросы по тематике лабораторной работы.						
Зачет	Зачет проходит в виде ответа учащегося на <i>контрольные вопросы</i> по дисциплине. Студент не прошедший собеседование по итогам практических работ к зачету не допускается. По каждой задолженности проводится дополнительное собеседование. Итоговое тестирование проводится в очной форме в компьютерном зале кафедры АПП. Тест состоит из 18 вопросов на одну компетенцию. Время ответов на одну компетенцию 20-25мин						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th data-bbox="459 1328 730 1361">Оценка</th> <th data-bbox="730 1328 1489 1361">Критерий оценки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="459 1361 730 1462">«зачтено»</td> <td data-bbox="730 1361 1489 1462">оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если им успешно выполнены практические занятия, успешно пройдены все этапы текущего контроля.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="459 1462 730 1574">«не зачтено»</td> <td data-bbox="730 1462 1489 1574">оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если им не пройден хотя бы один этап текущего контроля</td> </tr> </tbody> </table>	Оценка	Критерий оценки	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если им успешно выполнены практические занятия, успешно пройдены все этапы текущего контроля.	«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если им не пройден хотя бы один этап текущего контроля
	Оценка	Критерий оценки					
«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если им успешно выполнены практические занятия, успешно пройдены все этапы текущего контроля.						
«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если им не пройден хотя бы один этап текущего контроля						