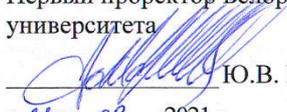


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин
«31» 08 2021 г.

Регистрационный № УД-150406/6.1.0.8 /р

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ

СИСТЕМ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника

Квалификация Магистр

	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Курс	2	2
Семестр	3	3
Лекции, часы	8	2
Практические занятия, часы	16	4
Экзамен, семестр	3	3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	24	6
Самостоятельная работа, часы	84	102
Всего часов / зачетных единиц	108/3	108/3

Кафедра-разработчик программы: «Технология машиностроения»
(название кафедры)

Составитель: Д.Г. Шатуров, канд. техн. наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2021

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденным приказом № 1023 от 14.08.2020 г., учебным планом рег. № 150406-2 от 30.08.2021 г., № 150406-2/з от 30.08.2021 г.,

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Технология машиностроения» «30» 08 2021 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой



В.М. Шеменков

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

«30» 08 2021 г., протокол № 1.

Зам. председателя
Научно-методического совета



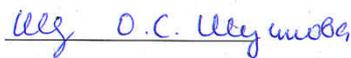
С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Михаил Михайлович Кожевников, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», кандидат технических наук, доцент

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела



В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование и моделирование мехатронных и робототехнических систем» является изучение теории и постановки основных задач экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем, включая вопросы выбора методики испытаний, разработки алгоритмических и программных средств обработки результатов экспериментальных испытаний методами корреляционного и регрессионного анализа, планирования экспериментальных исследований, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение теоретических основ постановки эксперимента в мехатронных и робототехнических системах;
- овладение методами решения обратных задач динамики;
- построение алгоритмов цифровой обработки первичных измерений датчиков мехатронных и робототехнических систем, позволяющих минимизировать случайные и систематические погрешности в измерениях;
- построение математических моделей ошибок робототехнических систем;
- овладение методами проверки адекватности математических моделей робототехнических систем.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

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

- основные современные информационные технологии передачи и обработки данных;
- подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях;
- методы обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;
- принципы анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования мехатронных и робототехнических систем, составления обзоров и рефератов;
- порядок работы по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;
- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий;
- основы построения управляющих локальных и глобальных сетей;
- теорию и постановку основных задач экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем;
- основные понятия и концепции теории эксперимента, численного анализа робототехнических систем, порядок применения соответствующего теоретического аппарата в важнейших практических приложениях;
- теоретические основы методов идентификации параметров математических моделей робототехнических систем.

уметь:

- использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования;
- пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства;

- планировать экспериментальные исследования, включая выбор: независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика; обрабатывать результаты методами корреляционного и регрессионного анализа;
- уметь применять и внедрять стандарты, технические условия и другую нормативно-техническую документацию;
- использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции;
- формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники и обрабатывать полученные результаты с использованием алгоритмов, адекватных сформированным планам;
- разрабатывать программные средства макетов мехатронных и робототехнических систем;
- проводить определения характеристик и параметров макетов с помощью контрольно-измерительной аппаратуры;
- находить, обобщать и анализировать информацию о системах оптимального автоматического управления, планировать ход исследования и пути достижения поставленных целей;
- планировать и реализовывать решение задач стендовых испытаний робототехнических систем, пользуясь инструментальными средствами и программами обработки измерений робототехнических систем;
- разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными при изучении автоматических систем управления (а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных технологий) знаниями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач в области мехатроники и робототехники;
- пользоваться современными информационными технологиями для совершенствования и развития своего интеллектуального, профессионального и общекультурного уровня.

владеть:

- усвоенными при изучении дисциплины основными понятиями, алгоритмами и методиками испытаний;
- навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов;
- навыками работы с вычислительной техникой, передачи информации в среде локальных сетей Internet;
- навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования;
- навыками применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем;
- методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний мехатронных и робототехнических систем;
- важнейшими методами построения и исследования математических моделей ошибок робототехнических системах;
- навыками проведения вычислительного эксперимента для исследования функционирования систем;
- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при компьютерном моделировании оптимальных процессов наблюдения и оценивания;
- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- навыками проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний;

- навыками проведения анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования мехатронных и робототехнических систем, составления обзоров и рефератов;
- навыками проведения патентных исследований, сопровождающих разработку новых мехатронных и робототехнических систем, с целью защиты объектов интеллектуальной собственности, результатов исследований и разработок;
- навыками составления отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участия во внедрении результатов исследования и разработок.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1, «Дисциплины (модули), (обязательная часть Блока 1,)»..

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

- автономные мобильные роботы;
- адаптивные мехатронные системы;
- информационные системы в робототехнике;
- промышленная робототехника.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лекционных, и практических занятиях будут применены при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
ОПК-2	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения
ОПК-5	Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил
ОПК-12	Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ОПК-13	Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем
ПК-3	Способен осуществлять руководство работами по проектированию детской и образовательной робототехники

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	Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента	Введение. Постановка задачи. Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента. Подход к выбору функции отклика. Обобщённая функция отклика. Формализация процесса отбора факторов. Априорное ранжирование. Проверка гипотез.	УК-1, ОПК-2, 5,12,13, ПК-3
2	Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента	Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Постановка задачи. Вычисление коэффициентов регрессии. Матрицы планирования, наблюдений, коэффициентов.	УК-1, ОПК-2, 5,12,13, ПК-3
3	Статистический анализ. Проверка адекватности модели	Статистический анализ. Проверка адекватности модели. Остаточная дисперсия и дисперсия восприимчивости. Оценка дисперсий коэффициентов регрессии и ковариаций между ними. Корреляционная матрица. Проверка гипотезы о значимости отличия коэффициентов регрессии от нуля.	УК-1, ОПК-2, 5,12,13, ПК-3
4	Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент	Факторные планы. Факторная модель. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования. Критерий оптимальности факторных планов: ортогональность, рототабельность, Д-оптимальность, близость плана к насыщенному.	УК-1, ОПК-2, 5,12,13, ПК-3

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

2.2.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины дневной формы обучения

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Часы		Форма контроля знаний
				Самостоятельная работа, часы		
1	Тема 1 Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента	2	Пр. р. 1. Составление плана эксперимента, обработка и анализ его результата	2	12	ЗПР
2						
3	Тема 2 Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента	2	Пр. р. 2. Статистический анализ уравнения регрессии	2	12	ЗПР
4						
5	Тема 3. Статистический анализ. Проверка адекватности модели	2	Пр. р. 3. Выполнение расчетов в электронной таблице Excel	2	12	ЗПР
6						
7	Тема 4. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент		Пр. р. 4. Планирование отсеивающих экспериментов	2	12	ЗПР
8						
9		2	Пр. р. 5. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	2		

10					
11			Пр. р. 5. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	2	
12					
13			Пр. р. 5. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	2	ЗПР
14					
15			Пр. р. 5. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	2	ЗПР
16					
17					
18-20					36 ПА (экзамен)
	Итого:	8		16	84

Принятые обозначения:

ЗПР – защита практической работы;

ПА – промежуточная аттестация.

2.2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины заочной формы обучения

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
1	Тема 1 Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента	2	Пр. р. 1. Составление плана эксперимента, обработка и анализ его результата	2	51	ЗПР
2						
3			Пр. р. 2. Статистический анализ уравнения регрессии	2	51	ЗПР
18						ПА (экзамен)
	Итого:	2		4	102	

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	Тема 1-4			8
2	С использованием ЭВМ		Пр. р. 1, 2		4
3	Расчетные		Пр. р. 3, 4, 5		12
	ИТОГО:	8	16		24

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

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

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ	5
2	Вопросы к экзамену	1
3	Экзаменационные билеты	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</i>			
<i>ИУК-1.1 Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи</i>			
	Пороговый уровень	Знает методику поиска необходимой информации для исследования и моделирования мехатронных систем	Владеет методиками поиска информации, ее обобщения и представления в процессе моделирования и исследования
	Продвинутый уровень	Умение применять анализ информации для ее более эффективного применения в исследовательской деятельности	Может применять и эффективно анализировать полученную информацию при проведении исследований
	Высокий уровень	Оценка и критический анализ информации на стадии проектирования и проведения исследований	Способен использовать более эффективные способы обработки информации при проведении исследований
<i>ИУК – 1.2 Использует системный подход для решения поставленных задач</i>			
	Пороговый уровень	Знает основные методы для решения исследовательских задач	Понимает какие методы и методики используются в процессе исследований
	Продвинутый уровень	Умение применить основные методы моделирования при исследовании мехатронных и робототехнических систем	Может использовать и применять на практике основные методы исследования
	Высокий уровень	Оценка эффективности выбранных алгоритмов для решения исследовательских задач	Способен самостоятельно оценивать и выбирать наиболее эффективные методики исследования
<i>ИУК-1.3 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</i>			
	Пороговый уровень	Знание основных вариантов и приемов при исследовании и моделировании мехатронных систем	Знает основные методы исследования мехатронных систем
	Продвинутый уровень	Умение пользоваться основными методами исследования мехатронных систем	Может пользоваться основными методами исследования мехатронных систем
	Высокий уровень	Оценка наиболее эффективных путей решения при проведении исследований мехатронных систем	Способен самостоятельно выбирать наиболее эффективные варианты для исследования
<i>ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения</i>			
<i>ИОПК-2.3 Владеет современными информационными технологиями, готов 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>			
	Пороговый уровень	Знает основные методы и методики	Понимает, как пользоваться основ-

		обработки и сбора информации в исследовательской деятельности	ными информационными ресурсами при проведении исследовательской деятельности
	Продвинутый уровень	Применяет основные ресурсы для обработки и сбора информации, а также для ее анализа	Может использовать современные методики для планирования и проведения экспериментальных исследований
	Высокий уровень	Дает комплексную оценку выбора и применения современного оборудования при проведении исследований	Способен самостоятельно выбирать и применять современное оборудование при проведении и планировании исследовательской деятельности
<i>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</i>			
<i>ИОПК-5.1 Разрабатывает текстовую и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями</i>			
	Пороговый уровень	Знание основных требований к составлению организационно-технической документации и отчетности по результатам проведенного исследования	Знает порядок составления организационно-технической документации и отчетности по результатам проведенного исследования
	Продвинутый уровень	Умение применять полученные знания при составлении организационно-технической документации и отчетности в соответствии с утвержденными формами по результатам проведенного исследования	Может в соответствии с утвержденными формами и инструкциями составлять организационно-техническую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования
	Высокий уровень	Оценка в комплексном виде используемых принципов разработки организационно-технической документации и отчетности по результатам исследования	Способен самостоятельно разрабатывать и составлять организационно-техническую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования
<i>ИОПК-5.2 Способен применять современные программные средства для разработки и редакции проектно-конструкторской документации</i>			
	Пороговый уровень	Знание основных программных средств требований к составлению организационно-технической документации и отчетности по результатам проведенного исследования	Знает порядок составления проектно-конструкторской документации и отчетности по результатам проведенного исследования
	Продвинутый уровень	Умение применять полученные знания при составлении проектно-конструкторской документации и отчетности в соответствии с утвержденными формами по результатам проведенного исследования	Может в соответствии с утвержденными формами и инструкциями составлять проектно-конструкторскую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования
	Высокий уровень	Оценка в комплексном виде используемых принципов разработки проектно-конструкторской документации и отчетности по результатам исследования	Способен самостоятельно разрабатывать и составлять проектно-конструкторскую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования
<i>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</i>			
<i>ИОПК-12.1 Способность организовать научно-исследовательские разработки новых робототехнических и мехатронных систем</i>			
	Пороговый уровень	Знает методы и программные средства проектирования устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Владеет базовыми знаниями о существующих средствах программирования автоматизированных систем управления промышленной робототехникой.
	Продвинутый уровень	Применяет программный инструмент разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем.	Может с помощью специализированного программного обеспечения осуществлять настройку и создание управляющих программ для промышленных робототехнических систем.
	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать стандартные исполнительные и управляющие устрой-	Способен самостоятельно в соответствии с техническим заданием разрабатывать программное обеспече-

		ства, средства автоматики, измерительной техники для создания устройств и систем мехатроники и робототехники.	ние для робототехнических систем различного уровня сложности и назначения.
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем			
ИОПК-13.1 Знает основные законы и методы формирования функциональных моделей мехатронных и робототехнических систем			
	Пороговый уровень	Знает основные законы по которым проектируются мехатронные и робототехнические системы	Владеет знаниями по проектированию мехатронных и робототехнических систем
	Продвинутый уровень	Применяет основные законы проектирования мехатронных и роботизированных систем	Может применять законы и методы проектирования мехатронных и роботизированных систем
	Высокий уровень	Способен четко ориентироваться в основных законах формирования функциональных моделей и выбирать наиболее эффективных методов исследования	В совершенстве владеет методами формирования функциональных моделей
ИОПК-13.2 Знает основные методики исследования мехатронных и робототехнических систем			
	Пороговый уровень	Знает технологии внедрения в производство опытных образцов устройств и систем.	Владеет базовыми знаниями об основных тенденциях развития промышленного оборудования в области робототехнических систем.
	Продвинутый уровень	Умеет выполнять основные действия по сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.	Может в соответствии с конструкторской документацией производить пуско-наладку и отладочное программирование вводимых в эксплуатацию промышленных роботов и систем на их основе.
	Высокий уровень	Владеет опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем.	В совершенстве умеет использовать навыки работы по организации процессов подготовки вводимых в эксплуатацию промышленных робототехнических систем различного уровня сложности и назначения.
ПК-3 Способен осуществлять руководство работами по проектированию детской и образовательной робототехники			
ИПК-3.1 Способен проводить исследования для определения наиболее целесообразных и экономически обоснованных проектных решений в сфере детской и образовательной робототехники			
	Пороговый уровень	Знает порядок работы по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и макетах и обработке результатов эксперимента.	Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем
	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.
	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной раз-	Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и кон-

		работки методики проведения экспериментов на действующих объектах, проводить обработку результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	трольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем; выполнять обработку результатов эксперимента; по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы; разрабатывать методики проведения экспериментов.
--	--	---	---

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</i>	
Владеет методиками поиска информации, ее обобщения и представления в процессе моделирования и исследования	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может применять и эффективно анализировать полученную информацию при проведении исследований	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Способен использовать более эффективные способы обработки информации при проведении исследований	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
<i>ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения</i>	
Понимает, как пользоваться основными информационными ресурсами при проведении исследовательской деятельности	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может использовать современные методики для планирования и проведения экспериментальных исследований	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Способен самостоятельно выбирать и применять современное оборудование при проведении и планировании исследовательской деятельности	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
<i>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</i>	
Знает порядок составления организационно-технической документации и отчетности по результатам проведенного исследования	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может в соответствии с утвержденными формами и инструкциями составлять организационно-техническую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Способен самостоятельно разрабатывать и составлять организационно-техническую документацию и отчетность по результатам проведенного исследования	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
<i>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</i>	
Владеет базовыми знаниями о существующих средствах программирования автоматизированных систем управления промышленной робототехникой.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может с помощью специализированного программного обеспечения осуществлять настройку и создание управляющих программ для промышленных робототехнических систем.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Способен самостоятельно в соответствии с техническим заданием разрабатывать программное обеспечение для робототехнических систем различного	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.

уровня сложности и назначения.	
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	
Владеет базовыми знаниями об основных тенденциях развития промышленного оборудования в области робототехнических систем.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может в соответствии с конструкторской документацией производить пуско-наладку и отладочное программирование вводимых в эксплуатацию промышленных роботов и систем на их основе.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
В совершенстве умеет использовать навыки работы по организации процессов подготовки вводимых в эксплуатацию промышленных робототехнических систем различного уровня сложности и назначения.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
ПК-3 Способен осуществлять руководство работами по проектированию детской и образовательной робототехники	
Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
Может с помощью разработанной ранее методики и контрольно-измерительной аппаратуры проводить эксперименты и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.
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.	Перечень контрольных вопросов к защите практических работ. Перечень вопросов к экзамену.

5.3 Критерии оценки практических работ

Каждая практическая работа должна быть выполнена в соответствии с заданием и защищена. Практическая работа считается защищенной если она выполнена и защищена в срок, установленный планом учебного процесса, выполнена в соответствии с методическими указаниями, студентом даны исчерпывающие ответы на заданные вопросы.

5.5 Критерии оценки экзамена

Оценка	Критерии
5 («отлично»)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам рабочей программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в области мобильной промышленной робототехники, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
4 («хорошо»)	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам рабочей программы, использование научной терминологии.

	<p>логии.</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 мобильной промышленной робототехники.</p>
<p>3 («удовлетворительно»)</p>	<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 области мобильной промышленной робототехники.</p>
<p>2 («неудовлетворительно»)</p>	<p>Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта.</p> <p>Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине.</p>

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

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	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	2	3	4
1	Басовский, Л. Е. Основы научных исследований : учебник / Л.Е. Басовский, Е.Н. Басовская. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 257 с	Рек. Межрегиональным учебно-методическим советом профессионального образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе направлений подготовки 38.00.00 «Экономика и управление» (квалификация (степень) «бакалавр»)	https://znanium.com/catalog/product/192099

2	Математическое программирование : учеб. пособие / А. А. Юрьева. - 2-е изд., испр. и доп. - Спб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. - 432с	Доп. УМО по образов. в обл. прикл. матем. и управл. качеством в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающ. по направл. подготовки "Прикл. матем."	5
3	Плахотникова, Е.В. Организация и методология научных исследований в машиностроении : учебник / Е.В. Плахотникова, В.Б. Протасьев, А.С. Ямников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 316 с	Рек. ФИРО для студ. вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», а также «Стандартизация и метрология» и «Управление качеством»	https://znanium.com/catalog/product/1048765

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. - 9-е изд. - М. : Альпина Паблишер, 2016. - 402с	-	https://znanium.com/catalog/product/915077
2	Основы научных исследований : учеб. пособие / М. Ф. Шкляр. - 5-е изд. - М. : Дашков и К, 2013. - 244с.	-	1
3	Основы научных исследований : учебник / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - М.: Академия, 2012. - 336с.	Доп. УМО вузов РФ в качестве учебника для студентов вузов учебника для студентов вузов	30
4	Основы экспериментальных исследований и методика их проведения : учеб. пособие / В. А. Горохов. - Мн. ; М. : Новое знание : ИНФРА-М, 2016. - 655с	Доп. УМО АРМ в качестве учеб. пособия для студ. вузов; Рек. УМО вузов РБ по образованию в обл. автоматизации технол. процессов, производств и управления в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
5	Основы научных исследований и изобретательства : учеб. пособие / И. Б. Рыжков. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 224с.	Рек. УМО по образованию в обл. природообустройства и водопользования в качестве учеб. пособия для студентов вузов	5
6	Основы научных исследований (Общий курс) : учеб. пособие / В. В. Космин, А. В. Космин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : РИОР : Инфра-М, 2022. - 298с.		https://znanium.com/catalog/product/1859090

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<https://www.openoffice.org/product/calc.html> – официальный сайт компании Apache OpenOffice Calc;

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.** Исследование и моделирование мехатронных и робототехнических систем: методические рекомендации к практическим занятиям для магистрантов направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» / Шатуров Д.Г. – Могилев : Белорусско-Российский университет,. (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Темы лекционных занятий, обеспеченные мультимедийными презентациями:

Тема 1. Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента.

Тема 2. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Тема 3. Статистический анализ. Проверка адекватности модели.

Тема 4. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

1. PTC MathCAD – Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается лёгкостью использования и применения для коллективной работы.

Лицензия: Академическая. Версия: 6.

2. MATLAB – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.

Лицензия: Академическая. Версия: R14.

3. MS Office Standard – В состав этого пакета входит программное обеспечение для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др.

Лицензия: Академическая. Версия: 2019.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Робототехники», рег. номер ПУЛ-4.441-701/7-20 и в паспорте лаборатории «Плазменные, термомеханические и сварочные технологии» рег. номер ПУЛ-4.441-002/7-20.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ (магистратура)

по учебной дисциплине «Исследование и моделирование мехатронных и
робототехнических систем»

направление подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника
квалификация магистр

на 2022-2023 учебный год

Дополнений и изменений нет

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Технология машиностроения» протокол № 11 от «18» апреля 2022 г.
(название кафедры)

Заведующий кафедрой:
канд. техн. наук, доцент


В.М. Шеменков

УТВЕРЖДАЮ
Декан машиностроительного факультета
канд. техн. наук, доцент
«16» 05 2022 г.


Д.М. Свирепа

СОГЛАСОВАНО:
Ведущий библиотекарь


Е.Н. Киселева

Начальник учебно-методического
отдела
«12» 05 2022 г.


В.А. Кемова

АК
напр

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по учебной дисциплине «Исследование и моделирование мехатронных и робототехнических систем»

направление подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника
квалификация магистр

на 2023 - 2024 учебный год

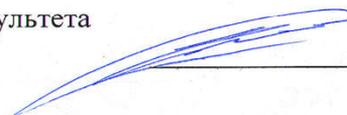
№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1	Пункт 7.4.1 Методические рекомендации изложить в новой редакции 1. Исследование и моделирование мехатронных и робототехнических систем: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» / сост. Д.Г. Шатуров. – Могилев: Беларус.-Рос. у-т, 2023. – 25 с. (26 экз.).	Сводный план приказ № 4 от 25.11.2022 г.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения» протокол № 13 от «10» апреля 2023
(название кафедры)

Заведующий кафедрой:
к. т. н., доцент

 В.М. Шеменков

УТВЕРЖДАЮ
Декан машиностроительного факультета
к. т. н., доцент
«12» 05 2023

 Д.М. Свирепа

СОГЛАСОВАНО:
Ведущий библиотекарь

 О.С. Шустова

Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

«10» 05 2023