

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 11.01.2022 16:25:07
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

Л.М. Червяков

(подпись, инициалы, фамилия)

09 20 16 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование мехатронных и робототехнических систем

(наименование дисциплины)

направление подготовки 15.06.01
шифр согласно ФГОС ВО

Машиностроение

и наименование направления подготовки (специальности)

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

наименование профиля, специализации или магистерской программы)

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск-2016


Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 15.06.01 Машиностроение и на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол №11 «27» июня 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры на заседании кафедры механики, мехатроники и робототехники, протокол №1 «31» августа 2016 г.

Зав. кафедрой

Разработчик программы

 д.т.н., проф. Яцун С.Ф.

 д.т.н., проф. Яцун С.Ф.

Согласовано:

Директор научной библиотеки



В.Г. Макаровская

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.Ю. Прусова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «26» 06 20 17 г. на заседании кафедры

МехП от 28.08.17, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 20 18 г. на заседании кафедры

МехП от 31.08.18, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 06 20 19 г. на заседании кафедры

МехП 25.08.19, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «29.06 2020 г. на заседании кафедры МММР «28» 08 2020 г., протокол № 1

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № 8 «31.05 2021 г. на заседании кафедры МММР «31» 08 2021 г., протокол № 1

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой _____

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 . Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины –сформировать у студента навыки математического моделирования и исследования различного рода мехатронных систем, развить знания в области применения методов вычислительной математики и численных вычислений для решения различных задач в области механики, теории автоматического управления, цифровой обработки сигналов и т.д. Сформировать знания и навыки, необходимые для дальнейшей его деятельности в качестве исследователя, инженера-конструктора, инженера-робототехника и других видах научно-исследовательской и инженерной деятельности по изучению и освоению новых систем.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- Изучение базовых принципов математического моделирования мехатронных систем, составления расчётных схем и уравнений движения различного рода механизмов и роботов;
- рассмотрение моделей и алгоритмов численных расчетов типовых моделей и процессов в области мехатроники и робототехники;
- рассмотрение особенностей практического приложения методов вычислительной математики к частным инженерным и исследовательским задачам с учетом будущей специальности

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать**:

- методы проведения численного эксперимента;
- методы составления математических моделей;
- методы графического отображения и анализа результатов моделирования;
- методы самостоятельного обучения с помощью новых технологий;
- методы адаптации полученных знаний к задачам из смежных отраслей знания;
- методы использования полученных знаний для решения нестандартных задач моделирования;
- как применять полученные знания о способах и метода математического моделирования на практике;
- как наиболее эффективно решать типовые задачи математического моделирования;
- как решать не типовые задачи математического моделирования;

- как решать исследовательские задачи, с привлечением средств математического моделирования;
- роль математического моделирования в инженерной деятельности;
- роль математического моделирования в исследовательской деятельности;
- способы математического описания механических систем;
- способы математического описания промышленных робототехнических систем;
- способы математического описания мобильных роботов;
- принципы функционирования автоматизированного промышленного оборудования и производственных линий;
- принципы функционирования мобильных роботов, в том числе групп мобильных роботов;
- принципы описания взаимодействия мобильного робота с опорной поверхностью;
- способы моделирования колесных мобильных роботов;
- способы моделирования подводных мобильных роботов;
- способы моделирования летающих мобильных роботов;
- теорию эксперимента, в объеме, достаточном, чтобы проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;
- современные информационные технологии и технические средства, применяемые для обработки результатов эксперимента;
- теоретические основы обработки результатов численного эксперимента для мобильных роботов и робототехнических комплексов;
- принципы написания научного текста;
- принципы написания аналитических отчетов;
- принципы написания научно-технических отчетов;
- методы защиты объектов интеллектуальной собственности, созданных в процессе решения исследовательских задач при помощи методов математического моделирования;
- процедуру регистрации программ для ЭВМ, реализующих алгоритмы математического моделирования;
- подходы к описанию программных продуктов, созданных в ходе научно-исследовательских работ, выполненных с привлечением методов математического моделирования;

уметь:

- производить поиск информации с использованием технической литературы;
- совершенствовать собственные знания изучаемого предмета;
- знакомиться с последними разработками в области математического моделирования;
- применять полученные знания к задачам, требующим привлечения знаний и навыков из смежных научных областей;
- применять полученные знания для решения задач, за пределами робототехники и мехатроники;
- применять полученные знания для решения задач системотехники;
- применять полученные знания в практической деятельности;

- применять полученные навыки в новых областях знаний;
- использовать полученные знания для того, чтобы более эффективно решать задачи в смежных сферах инженерной деятельности;
- использовать полученные навыки для работы над исследовательскими задачами, выполняемыми малыми группами исполнителей;
- решать задачи синтеза механизмов, с привлечением средств математического моделирования;
- решать задачи анализа механизмов, с привлечением средств математического моделирования;
- решать исследовательские задачи используя уровень знаний и навыков, соответствующий современному уровню знаний в предметной области;
- решать математические задачи, возникающие при моделировании движения мобильных роботов;
- решать математические задачи, возникающие при моделировании работы систем автоматического управления;
- давать математическое описание контактному взаимодействию мобильного робота и опорной поверхности;
- давать математическое описание нелинейным эффектам работы двигателя постоянного тока;
- давать математическое описание внешних возмущающих воздействий, действующих на робот или робототехническую систему;
- составлять математические модели, описывающие движение бионических роботов, в том числе подводных роботов;
- составлять математические модели, описывающие движение квадрокоптеров, роботов с машущим крылом;
- составлять математические модели, описывающие движение двух-, трех- и четырехколесных мобильных роботов;
- разрабатывать методики проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;
- проводить экспериментальную верификацию математических моделей;
- производить экспериментальную идентификацию параметров математических моделей;
- составлять аналитические обзоры по результатам выполненной работы;
- составлять научно-технические отчёты по результатам выполненной работы;
- писать научные статьи по результатам выполненной работы;

владеть:

- навыками и методами поиска информации в научной периодике по тематике математического моделирования движения роботов;
- навыками и методами изучения новых методов математического моделирования;
- навыками и методами интерпретации результатов математического моделирования;
- навыками и методами обобщения полученных знаний и навыков;

- навыками и методами моделирования механических систем, в смежных с робототехникой инженерных областях;
- навыками и методами анализа механических систем, в смежных с робототехникой инженерных областях;
- навыками и методами математического моделирования применительно к исследовательским задачам;
- навыками и методами математического моделирования применительно к задачам описания движения механических систем;
- навыками и методами математического моделирования применительно к задачам описания управляемого движения робототехнических систем;
- навыками и методами построения математических моделей мобильных роботов и робототехнических комплексов;
- навыками и методами моделирования работы информационных систем мобильных роботов и робототехнических комплексов;
- навыками и методами теоретического анализа и разработки алгоритмов обработки результатов численного эксперимента;
- методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
- методами описания систем управления на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
- методами описания робототехнических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
- знаниями и методами теоретической механики в объеме, необходимом для составления математических моделей механизмов;
- знаниями и методами теории автоматического управления в объеме, необходимом для составления математических моделей систем управления;
- знаниями и методами теории электропривода в объеме, необходимом для составления математических моделей электропривода;
- навыками и методами анализа новых конструктивных решений в области мобильной робототехники, с позиций математического моделирования;
- навыками и методами анализа новых конструктивных решений в области индустриальной робототехники, с позиций математического моделирования;
- навыками и методами анализа конструктивных решений в новых областях робототехники, с позиций математического моделирования;
- методами теории эксперимента, необходимыми для проведения натурного и численного моделирования;
- методами и навыками выбора методик численного эксперимента;
- методами экспериментальной проверки правильности результатов математического моделирования;
- методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления научно-технических отчетов;
- методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления аналитических обзоров;
- методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для написания научных статей;

- внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей (применительно к моделированию роботов);
- обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (применительно к моделированию роботов);
- навыками работы в специализированной программной среде для проведения математических расчётов, используемой при моделировании и анализе мобильных роботов и робототехнических комплексов;

У обучающихся формируются следующие компетенции:

ПК-1 - способностью разрабатывать и реализовывать комплексные математические модели мехатронных и робототехнических систем, осуществлять анализ результатов компьютерного моделирования,

УК-3готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

ОПК-1 способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а так же средств технологического оснащения производства

ОПК-2способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

ОПК-5 способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов

2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Моделирование мехатронных и робототехнических систем» представляет дисциплину с индексом Б1.В.ОД.5цикла «Дисциплины (модули)» базовой части учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы. Изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объём) дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.), 216 часов.

Таблица 3 – Объём дисциплины по видам учебных занятий

Объём дисциплины	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	Не предусмотрено
зачет	3
курсовая работа (проект)	Не предусмотрено
расчетно-графическая (контрольная) работа	Не предусмотрено
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	Не предусмотрено
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	Не предусмотрено

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение. Математическое моделирование. Выполнение работ по математическому моделированию малыми группами исполнителей.	Предмет и задачи курса. Организация исследовательских работ, выполняемых малыми группами исполнителей. Организация проектных работ, выполняемых малыми группами исполнителей. Задачи исследования робототехнических систем.
2	Математические модели. Научная картина мира.	Научная картина мира, основанная на знании современных положений, законов и методов естественных наук и математики. Допущения и замечания используются при моделировании систем. Составление математических моделей различного рода систем. Формализация процессов функционирования сложных систем. Использование математических моделей.
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств.	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств. Принципы построения математических моделей механических систем.
4	Составление математических моделей мехатронных и	Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем. Моделирование подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.

	робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.	Символьные методы составления математических моделей.
5	Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в математическом моделировании.	Использование программных пакетов математического моделирования. Разработка нового программного обеспечения, необходимого для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах Разработка нового программного обеспечения, необходимого для управления в мехатронных и робототехнических системах. Точность численных методов.
6	Методики проведения экспериментов.	Методики проведения численных экспериментов. Эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем. Обработка результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.
7	Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей.	Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей. Обеспечение защиты прав на объекты интеллектуальной собственности. Открытая лекция и мастер-класс с участием экспертов и специалистов ведущих промышленных предприятий, научных и проектных организаций в области мехатроники, робототехники, машино- и приборостроения, ИТ, САПР и т.д.

Таблица 4.1.2 -Содержание учебной дисциплины и её методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек. час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Математическое моделирование. Выполнение работ по математическому моделированию малыми группами исполнителей.	3	-	1	МУ-1 МУ-2	КО (2 неделя)	ПК-1
2	Математические модели. Научная картина мира.	3	-	1	МУ-1 МУ-2	КО (5 неделя) КР (6 неделя)	ПК-1
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств.	2	-	2	МУ-1 МУ-2	КО (7 неделя) КР (8 неделя)	УК-3
4	Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.	2	-	2	МУ-1 МУ-2	КО (9 неделя)	УК-3
5	Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в математическом моделировании.	4	-	3	МУ-1 МУ-2	КО (10 неделя)	ОПК-2
6	Методики проведения экспериментов	2	-	4	МУ-1 МУ-2	КО, (14неделя) КР (16 неделя)	ОПК-6
7	Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей.	2	-	4	МУ-1 МУ-2	КО (17неделя)	ОПК-6
Итого:		18				Э	

Примечание: КО – контрольный опрос, КР–курсовая работа

4.2. Лабораторные и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объём, час.
1	2	3
1	Составление математических моделей мобильных роботов. Исследовательская работа, выполняемая малой группой исполнителей.	2
2	Составление математических моделей многозвенных механизмов.	3
3	Физико-математический аппарат, необходимый для моделирование мобильных роботов.	2
4	Использование программных пакетов для математических моделей мехатронных систем и роботов	2
5	Использование программных пакетов для моделирования управляемого движения мобильных роботов	3
6	Использование программных пакетов для моделирования управляемого движения манипуляторов	2
7	Методики проведения численных экспериментов.	2
8	Внедрение результатов исследований, моделирования и численного эксперимента на практике.	2
Итого:		18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3- Самостоятельная работа студентов

№ раздела а (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1.	Особенности математического моделирования в исследовательских и проектных работах, выполняемых малыми группами исполнителей.	1 неделя	4
2.	Составление математических	2-5 недели	4

	моделей. Современная научная картина мира.		
3.	Использование физико-математического аппарата для описания и исследования мехатронных систем и устройств.	6-7 недели	6
4.	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.	8-9 недели	4
5.	Использование программных пакетов для моделирования мобильных роботов.	10-13 неделя	6
6.	Методики проведения экспериментов. Применение основ теории эксперимента при проведении математического моделирования.	14-16 неделя	4
7.	Оценка и внедрение результатов математического моделирования. Работа в составе группы исследователей.	17-18 недели	6
Итого:			36

5. Образовательные технологии

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекции раздела «Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая	Мастер-класс экспертов и специалистов	3

	исполнительные и управляющие модули»		
2	Лекции раздела «Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в математическом моделировании»	Виртуальная практическая работа	4
3	Лекции раздела «Анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта в области мехатроники и робототехники, средств автоматизации и управления»	Мастер-класс экспертов и специалистов	3
4	Лекции раздела «Методики проведения экспериментов»	Мастер-класс экспертов и специалистов	4
5	Лекции раздела «Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей»	Мастер-класс экспертов и специалистов	4
Итого:			18

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 способностью разрабатывать и реализовывать комплексные математические модели мехатронных и робототехнических систем, осуществлять анализ результатов компьютерного моделирования	Механика машин, механика роботов	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, роботы, мехатроника и робототехнические системы	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, научно-исследовательская практика, научно-исследовательская деятельность и и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации), предоставление

			научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Иностранный язык, методология науки и обр. деятельности,	профессиональный иностранный язык, методология научных исследований при подготовке к диссертации, моделирование мехатронных и робототехнических систем,	Педагогическая практика, научно-исследовательская практика, предоставление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ОПК-1 способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а так же средств технологического оснащения производства	Методология науки и образовательной деятельности, методология научных исследований при подготовке к диссертации	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, Механика машин, механика роботов,	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, научно-исследовательская практика, научно-исследовательская деятельность и и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации), предоставление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ОПК-2 способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при	Методология науки и образовательной деятельности, методология научных исследований при подготовке к диссертации	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, управление мехатронными и робототехническими системами, спецглавы теории автоматического	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, научно-исследовательская практика, научно-исследовательская деятельность и и подготовка

проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники		управления	научно-квалификационной работы (диссертации), предоставление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ОПК-5 способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	Методология науки и образовательной деятельности, методология научных исследований при подготовке к диссертации	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, научно-исследовательская практика	научно-исследовательская деятельность и и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации), предоставление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции и/этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН,	знать: модели типовых элементов мехатронных и робототехнических систем уметь: составлять под руководством преподавателя математические	знать: принципы составления расчетных схем и математических моделей отдельных элементов и модулей уметь: самостоятельно составлять мат. модели	знать: принципы составления расчетных схем и математических моделей мехатронных и робототехнических систем уметь: самостоятельно

	<p>установленны х в п.1.3 РПД</p> <p>2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях</p>	<p>модели подсистем и отдельных элементов и модулей</p> <p>владеть: способностью составлять под руководством преподавателя математические модели подсистем и отдельных элементов мехатронных модулей</p>	<p>мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей</p> <p>владеть: способностью самостоятельно определять основные характеристики элементов мехатронных и робототехнических систем на основе разработанных моделей.</p>	<p>но составлять математические модели, применять методы математического анализа и моделирования</p> <p>владеть: способностью самостоятельно определять наиболее эффективные способы расчета основных характеристик элементов мехатронных и робототехнических систем на основе разработанных моделей</p>
ОПК-5	<p>1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.3 РПД</p> <p>2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях</p>	<p>знать: - принципы функционирования автоматизированного промышленного оборудования и производственных линий;</p> <p>уметь: - решать исследовательские задачи используя уровень знаний и навыков, соответствующий современному уровню знаний в предметной области;</p> <p>владеть: - знаниями и методами теоретической механики в объеме, необходимом для составления математических моделей механизмов;</p>	<p>знать: - принципы функционирования автоматизированног о промышленного оборудования и производственных линий;</p> <p>- принципы функционирования мобильных роботов, в том числе групп мобильных роботов;</p> <p>уметь: - решать исследовательские задачи используя уровень знаний и навыков, соответствующий современному уровню знаний в предметной области;</p> <p>- решать математические задачи, возникающие при моделировании движения мобильных роботов;</p>	<p>знать: - принципы функционирования автоматизированног о промышленного оборудования и производственных линий;</p> <p>- принципы функционирования мобильных роботов, в том числе групп мобильных роботов;</p> <p>- принципы описания взаимодействия мобильного робота с опорной поверхностью;</p> <p>уметь: - решать исследовательские задачи используя уровень знаний и навыков, соответствующий современному уровню знаний в предметной области;</p> <p>- решать</p>

			<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями и методами теоретической механики в объеме, необходимом для составления математических моделей механизмов; - знаниями и методами теории автоматического управления в объеме, необходимом для составления математических моделей систем управления; 	<p>математические задачи, возникающие при моделировании движения мобильных роботов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать математические задачи, возникающие при моделировании работы систем автоматического управления; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями и методами теоретической механики в объеме, необходимом для составления математических моделей механизмов; - знаниями и методами теории автоматического управления в объеме, необходимом для составления математических моделей систем управления; - знаниями и методами теории электропривода в объеме, необходимом для составления математических моделей электропривода;
ОПК-2 - начальный	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы математического описания механических систем; 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы математического описания механических систем; - способы 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы математического описания механических систем; - способы

	<p>объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать полученные навыки для работы над исследовательскими задачами, выполняемыми малыми группами исполнителей; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; 	<p>математического описания промышленных робототехнических систем;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать полученные навыки для работы над исследовательскими задачами, выполняемыми малыми группами исполнителей; - решать задачи синтеза механизмов, с привлечением средств математического моделирования; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; - методами описания систем управления на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; 	<p>математического описания промышленных робототехнических систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы математического описания мобильных роботов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать полученные навыки для работы над исследовательскими задачами, выполняемыми малыми группами исполнителей; - решать задачи синтеза механизмов, с привлечением средств математического моделирования; - решать задачи анализа механизмов, с привлечением средств математического моделирования; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; - методами описания систем управления на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; - методами описания робототехнических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
--	---	--	---	--

				систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
ПК-1 - начальный	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>знать:</p> <p>- способы моделирования колесных мобильных роботов;</p> <p>уметь:</p> <p>- давать математическое описание контактного взаимодействию мобильного робота и опорной поверхности;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;</p>	<p>знать:</p> <p>- способы моделирования колесных мобильных роботов;</p> <p>- способы моделирования подводных мобильных роботов;</p> <p>уметь:</p> <p>- давать математическое описание контактного взаимодействию мобильного робота и опорной поверхности;</p> <p>- давать математическое описание нелинейным эффектам работы двигателя постоянного тока;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;</p> <p>- методами описания систем управления на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;</p>	<p>знать:</p> <p>- способы моделирования колесных мобильных роботов;</p> <p>- способы моделирования подводных мобильных роботов;</p> <p>- способы моделирования летающих мобильных роботов;</p> <p>уметь:</p> <p>- давать математическое описание контактного взаимодействию мобильного робота и опорной поверхности;</p> <p>- давать математическое описание нелинейным эффектам работы двигателя постоянного тока;</p> <p>- давать математическое описание внешних возмущающих воздействий, действующих на робот или робототехническую систему;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами описания электромеханических систем на уровне, соответствующем</p>

				современному этапу развития науки, техники и технологий; - методами описания систем управления на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий; - методами описания робототехнических систем на уровне, соответствующем современному этапу развития науки, техники и технологий;
УК-3 начальный	<p>1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.3 РПД</p> <p>2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях</p>	<p>знать:</p> <p>- принципы написания научного текста;</p> <p>уметь:</p> <p>- разрабатывать методики проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления научно-технических отчетов;</p>	<p>знать:</p> <p>- принципы написания научного текста;</p> <p>- принципы написания аналитических отчетов;</p> <p>уметь:</p> <p>- разрабатывать методики проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;</p> <p>- проводить экспериментальную верификацию математических моделей;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для</p>	<p>знать:</p> <p>- принципы написания научного текста;</p> <p>- принципы написания аналитических отчетов;</p> <p>- принципы написания научно-технических отчетов;</p> <p>уметь:</p> <p>- разрабатывать методики проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;</p> <p>- проводить экспериментальную верификацию математических моделей;</p> <p>- производить экспериментальную</p>

			составления научно-технических отчетов; - методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления аналитических обзоров;	идентификацию параметров математических моделей; Владеть: - методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления научно-технических отчетов; - методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для составления аналитических обзоров; - методами и навыками научного анализа, в объеме, достаточном для написания научных статей;
--	--	--	---	---

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Математическое моделирование.	ОПК-1,2	У-1 Л № 1, ПЗ № 1	КО	вопросы 1-5, МУ №1, 2	В соответствии с п.

1	2	3	4	5	6	7
	Выполнение работ по математическому моделированию малыми группами исполнителей.					7.1
2	Математические модели. Научная картина мира.	ОПК-1,2	У-1 Л № 2 ПЗ № 2,3	КО	вопросы 6-14 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств.	ОПК-1,2	У-2 Л № 3 ПЗ № 3	КО	вопросы 15-22 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1
4	Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.	УК-3	У-2 Л № 4 ПЗ № 3,4,5,6 КР	КО	вопросы 23-27 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1
5	Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в	ПК-1	У-2 Л № 5 ПЗ № 4,5,6 КР	КО	вопросы 28-36 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
	математическом моделировании.					
6	Методики проведения экспериментов.	ОПК-5	У-2 Л №6 ПЗ № 7,8 КР	КО	вопросы 37-43 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1
7	Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей.	УК-3	У-2 Л № 7 ПЗ № 8 КР	КО	вопросы 44-48 МУ №1, 2	В соответствии с п. 7.1

КО – контрольный опрос

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Контрольные вопросы по теме «Введение. Организация исследовательских и проектных работ, выполняемых малыми группами исполнителей»

1. Назовите основные способы организации исследовательских работ, выполняемых малыми группами исполнителей.
2. Назовите методы и принципы кооперации между исследователями, работающими над совместными научными проектами.
3. Приведите примеры организации исследовательских работ, выполняемых малыми группами исполнителей.
4. Назовите предмет курса «Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов»
5. Назовите задачи курса «Моделирование и исследование мехатронных систем и роботов»

Контрольные вопросы по теме «Математические модели. Научная картина мира»

6. Что такое современная научная картина мира?

7. Какие дисциплины и области знаний формируют представление о современной научной картине мира?
8. Какую роль играет теоретическая наука применительно к математическому моделированию?
9. Какую роль играет экспериментальная наука применительно к математическому моделированию?
10. Назовите принципы построения математических моделей.
11. Что влияет на точность математической модели?
12. Как составляются математические модели многозвенных механизмов?
13. Какие области знаний используются при построении математических моделей?
14. Знания из каких разделов физики используются при построении математических моделей?

Контрольные вопросы по теме «Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования мехатронных систем и устройств»

15. Назовите основные результаты и методы теоретической механики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
16. Назовите основные результаты и методы теории численных методов, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
17. Назовите основные результаты и методы теоретической физики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
18. Назовите основные результаты и методы теории автоматического управления, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
19. Приведите примеры использования методов теоретической механики в математическом моделировании.
20. Приведите примеры использования методов теории численных методов в математическом моделировании.
21. Приведите примеры использования методов теоретической физики в математическом моделировании.
22. Приведите примеры использования методов теории автоматического управления в математическом моделировании.

Контрольные вопросы по теме «Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули»

23. Что представляет из себя математическая модель робота или робототехнической системы?
24. Назовите основные этапы составления математической модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.
25. Назовите основные требования, предъявляемые к расчетным схемам, используемым при составлении математических моделей мехатронных и робототехнических систем.
26. Назовите основные способы получения дифференциальных уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем.
27. Назовите основные способы решения уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем численными методами.

Контрольные вопросы по теме «Использование программных пакетов, разработка нового программного обеспечения, в математическом моделировании»

28. Приведите примеры использования программных пакетов, в математическом моделировании.
29. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования движения многозвенных механизмов.
30. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования робототехнических систем и роботов.
31. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования электромеханических систем.
32. Назовите программные пакеты математического моделирования общего назначения.
33. Назовите программные пакеты, реализующие блочное моделирование.
34. Назовите особенности использования программных пакетов математического моделирования.
35. Приведите примеры случаев, когда необходима разработка нового программного обеспечения для математического моделирования.
36. Назовите среды, используемые для разработки программного обеспечения математического моделирования.

Контрольные вопросы по теме «Методики проведения экспериментов»

37. Опишите методы проведения численных экспериментов.
38. Опишите методы проведения натуральных экспериментов.
39. Что такое план эксперимента?
40. Цели и задачи проведения численных экспериментов в мехатронике и робототехнике, применительно к задачам математического моделирования.
41. Цели и задачи проведения натуральных экспериментов в мехатронике и робототехнике, применительно к задачам математического моделирования.
42. Каким образом проводятся эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем?
43. Каким образом проводится обработка результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств?

Контрольные вопросы по теме «Внедрение на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей»

44. Опишите методы внедрения на практике результатов исследований и разработок, выполненных индивидуально в составе группы исполнителей
45. Приведите примеры внедрения на практике результатов математического моделирования.
46. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании мобильных роботов.
47. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании манипуляторов.
48. Как происходит обеспечение защиты прав на объекты интеллектуальной собственности?

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:

- список методических указаний, используемых в образовательном процессе представлен в п. 8.2.
- оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7 Рейтинговый контроль изучения дисциплины

Рейтинговый контроль не предусмотрен.

Описание оценочных средств и шкал оценивания ответов см. в Таблице 6.3.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Данилов Н.Н. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Н. Данилов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 98 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>
2. Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/>

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Текст]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2012. – 608 с.
4. Черный А.А. Математическое моделирование[Электронный ресурс]: учебное пособие. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. - 256 с. // Режим доступа - <http://window.edu.ru/>
5. Дьяконов В.П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование[Текст]. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 384 с.
6. Дьяков В.П. Mathcad 2001. [Текст]: учебный курс. -СПб.: ПИТЕР, 2001. – 324с.
7. Семенов М.Г. Введение в математическое моделирование[Текст]. - М.: Солон-Р, 2002. - 206 с.
8. Бенькович Е.С. Практическое моделирование динамических систем[Текст]. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 223 с.
9. Глазырин А.С. Математическое моделирование электромеханических систем. Аналитические методы[Текст]: учебное пособие / А.С. Глазырин. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 216 с.
10. Поршнев С. В. Численные методы на базе Mathcad[Текст]: учебное пособие / С. В. Поршнев, И. В. Беленкова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 464 с.
11. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов[Текст]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 192 с.
12. Яцун С. Ф. Аналого-цифровые системы автоматического управления [Текст]: учебное пособие. - Курск: КурскГТУ, 2007. - 196 с.
13. Подураев Ю. В. Мехатроника : основы, методы, применение [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Подураев. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 256 с.
14. Яцун С. Ф. Применение мехатронных систем [Текст]: учебно-практическое пособие / С. Ф. Яцун, А. Н. Рукавицын ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2011. - 178 с.

15. Яцун С. Ф. Применение мехатронных систем [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / С. Ф. Яцун, А. Н. Рукавицын ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2011. - 178 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Моделирование мехатронных и робототехнических систем [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Моделирование мехатронных и робототехнических систем» / С.И. Савин // Юго-Зап. гос. ун-т; Курск, 2017. 30 с.
2. Моделирование мехатронных и робототехнических систем [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Моделирование мехатронных и робототехнических систем» / С.И. Савин // Юго-Зап. гос. ун-т; Курск, 2017. 21 с.

8.4. Другие учебно-методические материалы

1. Иллюстрационные материалы (плакаты, слайды, мультимедийные презентации).
2. Модели датчиков и сенсорных систем.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>
3. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины необходимо начинать с изучения теоретических положений и принципов, воспользовавшись учебником, учебным пособием, либо конспектом лекций. В рабочей программе представлены список литературы, методических пособий и указаний, которые необходимо использовать при выполнении задания расчетной работы. Конспект лекций студенты ведут на занятиях.

Занятия по решению задач (практические занятия) включают в себя:

- а) теоретическую подготовку студентов к занятию, в ходе которой студент обязан осмыслить теоретический материал, выносимый на занятие, и заучить основные законы и формулы;
- б) решение задач на самом практическом занятии;

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень

программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. «Программа для исследования движения змееподобного робота по горизонтальной шероховатой поверхности» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2015660374. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 29 сентября 2015 г. Автор(ы): Яцун Сергей Фёдорович, Локтионова Оксана Геннадьевна, Ворочаева Людмила Юрьевна, Савин Сергей Игоревич, Яцун Андрей Сергеевич. Заявка №2015617487. Дата поступления: 13 августа 2015 г.

2. «Программа формирования задающих воздействий для экзоскелета в процессе вертикализации» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2015660878. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 12 октября 2015 г. Автор(ы): Яцун Сергей Фёдорович, Савин Сергей Игоревич, Яцун Андрей Сергеевич, Яковлев Илья Александрович. Заявка №2015617524. Дата поступления: 17 августа 2015 г.

3. «Программа для моделирования движения трёхзвенного механизма в вертикальной плоскости» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2015661280. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 22 октября 2015 г. Автор(ы): Яцун Сергей Фёдорович, Савин Сергей Игоревич, Ворочаева Людмила Юрьевна, Яцун Андрей Сергеевич. Заявка №2015617822. Дата поступления: 26 августа 2015 г.

4. «Программа моделирования управляемого подъёма груза шестизвенным экзоскелетом». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2016612949. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 14 марта 2016 г. Автор(ы): Савин Сергей Игоревич, Яцун Сергей Фёдорович, Яковлев Илья Александрович, Медведев Денис Юрьевич. Заявка №2016610483. Дата поступления: 25 января 2016 г.

5. «Программа оптимизации времени вертикализации экзоскелета» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2016615898. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 2 июня 2016 г. Автор(ы): Савин Сергей Игоревич, Яцун Сергей Фёдорович, Яцун Андрей Сергеевич. Заявка №2016613285. Дата поступления: 6 апреля 2016 г.

6. «Программа моделирования движения экзоскелета в режиме восстановления вертикальной устойчивости после ударного воздействия» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2016617535. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ: 7 июля 2016 г. Автор(ы): Савин Сергей Игоревич, Яцун Сергей Фёдорович, Яцун Андрей Сергеевич, Молчанов Дмитрий Александрович. Заявка №2016614970. Дата поступления: 17 мая 2016 г.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лабораторий кафедр механики, мехатроники и робототехники, оснащенные учебной мебелью и оборудованием: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска, мультимедиа центр: ноутбук Lenovo (G710) [59409835] проектор BenQ MX505 и интерактивная система с короткофокусным проектором ActivBoard.

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			