

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 11.01.2022 16:20:44
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

О.Г. Добросердов

« 09 » 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория эксперимента в исследованиях систем

(наименование дисциплины)

направление подготовки в аспирантуре 01.06.01
(шифр согласно ФГОС ВО)

Математика и механика

и наименование направления подготовки (специальности)

Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

наименование направленности (профиля)

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

Курск – 2015

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 01.06.01 Математика и механика на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры, одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» июня 2015 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 «1» сентября 2015 г.

Зав. кафедрой



д.т.н., проф. Яцун С.Ф.

Разработчик программы



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 № 11 «27» 06 20 16 г. на заседании кафедры ММиР от 31.08.16, протокол № 1

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 № 10 «26» 06 20 17 г. на заседании кафедры ММиР от 28.08.17, протокол № 1

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 на заседании кафедры ММиР 31.08.2018, 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 2019 г. на заседании кафедры

Механика 29.08.19, прот. №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 № 11 «29» 06 2020 г. на заседании кафедры

Механика 28.08.20, прот. №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 № 8 «31» 05 2021 г. на заседании кафедры

Механика 31.08.21, прот. №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 № « » 20 г. на заседании кафедры

(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 № « » 20 г. на заседании кафедры

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теория эксперимента в исследованиях систем» является формирование у аспирантов методологических подходов к постановке и обработке результатов исследований машин, приборов и аппаратуры, а также изучение математических и компьютерных методов, применяемых при планировании и оптимизации эксперимента.

1.2 Задачи дисциплины

Основной *задачей* дисциплины является формирование у аспирантов теоретических знаний, выработка умений и практических навыков в следующих направлениях:

- в области моделирования и подобия – как должен проводиться эксперимент, какие величины, характеризующие исследуемый объект или процесс, должны измеряться при экспериментальных исследованиях, и как обрабатывать результаты исследований для получения объективных и адекватных закономерностей;
- в области планирования эксперимента – какова совокупность методов и процедур, применяемых при организации и проведении эксперимента для получения искомых зависимостей с минимальными временными и материальными затратами;
- в области статистической обработки экспериментальных данных – каким образом получать достоверные результаты из экспериментальных данных, содержащих погрешности.

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

В процессе изучения дисциплины «Теория эксперимента в исследованиях систем» происходит формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-5 - владение методами и техникой экспериментального исследования динамики и прочности машин, приборов, конструкций и материалов.

В результате изучения дисциплины аспирант должен обладать следующими знаниями, умениями и навыками, являющимися конкретизацией установленных компетенций:

- **Знать:**
 - теорию и постановку основных задач экспериментальных исследований машин, приборов, конструкций и материалов;
 - современные методы обработки и анализа экспериментальных результатов в исследованиях машин, приборов, конструкций и материалов.
- **Уметь:**
 - формализовывать задачи, решаемые в профессиональной деятельности, сформулированные на физическом уровне;
 - планировать экспериментальные исследования, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика;
 - обрабатывать результаты методами корреляционного и регрессионного анализа.
- **Владеть:**
 - методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний машин, приборов, конструкций и материалов;

- - навыками прогнозирования, оценивания и интерпретирования ожидаемых, результатов, получаемых в ходе экспериментальных исследований машин, приборов, конструкций и материалов;
- умением осуществлять самооценку и самоконтроль при решении конкретных экспериментальных задач.

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Теория эксперимента в исследованиях систем» представляет факультативную дисциплину учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры, изучаемую на 3 курсе в 6 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 зачетные единицы (з.е.), 72 академических часа.

Таблица 3 – Объём дисциплины

Объём дисциплины	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36,2
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрены
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрен
зачет	0,2
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	-
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Контроль/экзамен (подготовка к экзамену)	0

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. Общая характеристика объекта исследования.	Основные положения, цель и задачи изучения дисциплины. Объект исследования и его свойства. Модель «черный ящик». Параметры и факторы: предъявляемые к ним требования.
2	Моделирование как способ экспериментальных исследований.	Модели, их классификация. Методы построения моделей. Физическая и математическая модель исследуемого объекта. Построение и анализ математической модели динамической системы.
3	Теория подобия в экспериментальных исследованиях.	Сущность подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. π -теорема и её следствия. Определение критериев подобия с использованием теории размерностей. Определение критериев подобия из уравнений процесса.
4	Планирование эксперимента.	Классификация планов. Область определения, интервалы варьирования и уровни факторов. Кодирование факторов. Матрица планирования полнофакторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Планирование отсеивающих экспериментов. Экстремальный эксперимент.
5	Статистическая обработка экспериментальных данных.	Виды погрешностей экспериментов. Законы распределения вероятностей случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Погрешности косвенных измерений. Интервальные оценки измеряемых величин и их погрешностей. Проверка выборок и дисперсий. Сравнение выборочных средних. Дисперсионный анализ.
6	Экспериментально-статистическое исследование связей.	Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности		Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Общая характеристика объекта исследования.	2	1	У-1, МУ-1,	Ко, 3 неделя	ПК-5
2	Моделирование как способ экспериментальных исследований.	4	2, 3	У-1, МУ-1,	Ко, 5 неделя Ко,	
3	Теория подобия в экспериментальных исследованиях.	4	4	У-1, МУ-1	Ко, 7 неделя	
4	Планирование эксперимента.	4		У-1, МУ-1	Ко, 9 неделя	
5	Статистическая обработка экспериментальных данных.	2	5	У-1, МУ-1	Ко, 11 неделя	
6	Экспериментально-статистическое исследование связей.	2		У-1, МУ-1	Ко, 13 неделя	
ИТОГО		18			Э, 1 сем.	

Примечание: КО – контрольный опрос, Э – экзамен.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№ п.п.	Тема практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Методика численного эксперимента: построение и анализ математической модели динамической системы.	4
2	Определение критериев подобия с использованием теории размерностей. Определение критериев подобия из уравнений процесса.	4
3	Оптимальное планирование эксперимента.	4
4	Статистическая обработка экспериментальных данных.	4
5	Регрессионный и корреляционный анализ.	2
Итого		18

4.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа аспирантов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Математическое компьютерное моделирование динамической системы среде Simulink/MATLAB.	4 неделя	6
2	Представление результатов модельных экспериментов в безразмерном виде.	8 неделя	6
3	Оптимизация параметров динамических системы	12 неделя	8

	с использованием теории оптимального планирования эксперимента.		
4	Определение погрешности косвенных измерений и экспериментальных результатов.	16 неделя	8
5	Расчет корреляционных функций входных и выходных процессов динамических систем.	17 неделя	8
Итого			36

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

научной библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем рефератов и докладов;

- вопросов к экзаменам и зачетам;

- методических указаний к выполнению практических работ и т.д.

Полиграфическим центром (типографией) университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 21 ноября 2014 г. N 1491 реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов. В рамках курса практикуется участие аспирантов в научно-технических выставках, конференциях, практических семинарах, посвященных различным аспектам современных мехатронных и робототехнических систем. Это позволяет обучающимся закреплять на практике изучаемые теоретические разделы дисциплины, наглядно представлять проблемы систем автоматизации и пути их решения.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Практическое занятие. Построение и анализ математической модели динамической системы.	Компьютерная симуляция	4
2	Практическое занятие. Определение критериев подобия с использованием теории размерностей. Определение критериев подобия из уравнений процесса.	Компьютерная симуляция	4
3	Практическое занятие. Оптимальное планирование эксперимента.	Компьютерная симуляция	4
4	Практическое занятие. Статистическая обработка экспериментальных данных.	Компьютерная презентация.	4
5	Практическое занятие. Регрессионный и корреляционный анализ.	Компьютерная презентация	2
Итого			18

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 7.1 Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-5 – владение методами и техникой экспериментального исследования динамики и прочности машин, приборов, конструкций и материалов	Механика машин; Механика роботов;		Теория эксперимента в исследованиях систем.
	Научно-исследовательская практика.		
	Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание кандидата технических наук		

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

Таблица 7.2 Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

Код компетенции (или её части)	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
1	2	3	4	5
ПК-5 (завершающей)	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаниями, умениями и навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД.</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаниями, умениями и навыков.</p> <p>3. Умение применять знания, умения и навыки в типовых и нестандартных ситуациях.</p>	<p>Обладает удовлетворительными знаниями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теории и постановки основных задач экспериментальных исследований машин, приборов, конструкций и материалов; <p>Удовлетворительно умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формализовывать задачи, решаемые в профессиональной деятельности, сформулированные на физическом уровне; - планировать экспериментальные исследования, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика; <p>Удовлетворительно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний машин, приборов, конструкций и материалов. 	<p>Обладает хорошими знаниями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теории и постановки основных задач экспериментальных исследований машин, приборов, конструкций и материалов; <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формализовывать задачи, решаемые в профессиональной деятельности, сформулированные на физическом уровне; - планировать экспериментальные исследования, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика; <p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний машин, приборов, конструкций и материалов. 	<p>Обладает отличными знаниями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теории и постановки основных задач экспериментальных исследований машин, приборов, конструкций и материалов; <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формализовывать задачи, решаемые в профессиональной деятельности, сформулированные на физическом уровне; - планировать экспериментальные исследования, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика; <p>Отлично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний машин, приборов, конструкций и материалов.

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

Таблица 7.3 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. Общая характеристика объекта исследования.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	тест,	конт. вопросы	Согласно табл.7.2
2	Моделирование как способ экспериментальных исследований.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	Ко, тест	конт. вопросы	Согласно табл.7.2
3	Теория подобия в экспериментальных исследованиях.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	Ко, тест	конт. вопросы	Согласно табл.7.2
4	Планирование эксперимента.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	Ко, тест	конт. вопросы	Согласно табл.7.2
5	Статистическая обработка экспериментальных данных.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	Ко, тест	конт. вопросы	Согласно табл.7.2
6	Экспериментально-статистическое исследование связей.	ПК-5	Лекция, ПЗ, СР	Ко, тест	конт. вопросы	Согласно табл.7.2

Комплект задач (заданий) для текущего и промежуточного контроля знаний, практических навыков и компетенций в полном объеме представлен в Учебно-методическом комплексе дисциплины.

Примеры тестовых типовых контрольных заданий для промежуточной аттестации представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины:

Задача 1.

Определить абсолютную и относительную погрешности косвенного измерения плотности детали, если её масса в результате взвешивания на весах с инструментальной погрешностью 0.1 г равна 81.9 г, а объём, полученный прямым измерением с помощью мензурки с инструментальной погрешностью 0.2 см³, равен 10.5 см³.

Задача 2.

Сила сопротивления R (Н) течения вязкой жидкости является функцией следующих параметров: скорости жидкости v (м/с); живого сечения S (м²); плотности ρ (кг/м³); динамической вязкости μ (кг/м*с), ускорения свободного падения g (м/с²) и давления p (Н/м²). Найти безразмерные критерии, описывающие данный процесс.

Формой *промежуточного контроля* по дисциплине является зачет. Зачет проводится в виде компьютерного и (или) бланкового теста.

Примеры тестовых заданий для промежуточной аттестации в форме зачета.

Основными целями моделирования являются:

Варианты ответа:

Правильный:	изучение механизма явления или процесса, а также управление объектами и системами с целью определения оптимальных управляемых воздействий и параметров системы.
Вариант 2:	изучение механизма явления или процесса, а также их визуализация.
Вариант 3:	визуализация механизма явления или процесса с целью повышения наглядности их поведения.
Вариант 4:	изучение механизма явления или процесса, а также доказательство адекватности модели.
Вариант 5:	изучение механизма явления или процесса, а также совершенствование современных компьютерных программ и средств моделирования.

Полный комплект фонда оценочных средств контроля знаний, умений, навыков и уровней компетенций представлен в УМК дисциплины.

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

8.1 Основная учебная литература

1. Костин, В. П. Теория эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Костин; Оренбург: ОГУ, 2013. - 209 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/>

8.2 Дополнительная учебная литература

2. Анциферов, С. С. Общая теория измерений [Текст] : учебное пособие / С. С. Анциферов, Б. И. Голубь. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 176 с.

3. Налимов, В. В. Теория эксперимента [Текст] / В. В. Налимов. – М. : Наука, 1971. – 285 с.

4. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 279 с.

5. Зедгинидзе, И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем [Текст] / И. Г. Зедгинидзе. – М. : Наука, 1976. - 224 с.

6. Бережнова, Е. В. Основы учебно-исследовательской деятельности аспирантов [Текст] / Е. В. Бережнова, В. В. Краевский. - М. : Академия, 2006. – 127 с.

7. Боярский, М. В. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. В. Боярский, Э. А. Анисимов ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. - 168 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/>

8. Соловьев, В. П. Организация эксперимента [Текст] : учебное пособие / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 256 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Теория эксперимента в исследованиях систем [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению заданий на практических занятиях и самостоятельной работы для аспирантов направления 01.06.01 Математика и механика направленности (профиля, специализации) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Б. В. Лушников. – Курск : ЮЗГУ, 2015. - 28 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Научно-технические периодические журналы и издания по компьютерному математическому моделированию, воспользоваться которыми возможно в библиотеку университета:

- Мехатроника, автоматизация, управление.
- Программные продукты и системы.
- Cloud of Science;
- Dynamics and Control;
- Journal of Systems Integration;
- Автометрия;
- Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ;
- Математические методы в технике и технологиях - ММТТ;

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- Глебов Н.И., Кочетов Ю.А., Плясунов А.В. «Методы оптимизации». Учебное пособие. Новосибирск: НГУ, 2000. <http://www.math.nsc.ru/LBRT/k5/opt.html>.
- Алексеева Е.В., Кутненко О.А., Плясунов А.В. «Численные методы оптимизации», НГУ, 2009. <http://www.math.nsc.ru/LBRT/k5/Plyasunov/Posobie3.pdf>.
- Ларин Р.М., Плясунов А.В., Пяткин А.В. Методы оптимизации. Примеры и задачи. Учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2009. <http://www.math.nsc.ru/LBRT/k5/Plyasunov/opt-2.html>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы аспиранта при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия. Аспирант не имеет права пропускать занятия без уважительных причин. На лекции излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции аспирант должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение любой дисциплины необходимо начинать с изучения теоретических положений и законов, воспользовавшись учебником, учебным пособием, либо конспектом лекций. В рабочей программе представлены список литературы, методических пособий и указаний, которые необходимо использовать при подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Занятия по решению задач (практические занятия) включают в себя:

а) теоретическую подготовку аспирантов к занятию, в ходе которой он обязан осмыслить теоретический материал, выносимый на занятие, и заучить основные законы и формулы;

б) решение задач на самом практическом занятии.

Качество учебной работы аспирантов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, активности на практических занятиях и отчетности по самостоятельной работе.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Использование информационных технологий включает в себя следующее программное обеспечение:

- LibreOffice;
- системы математического анализа: PTC Mathcad Express, <https://www.ptc.com/en/products/mathcad/comparison-chart>, Бесплатная, Freeware
- SciLab, <https://www.scilab.org/>, Бесплатная, GNU General Public License

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

1. Класс ПЭВМ - Athlon 64 X2-2.4; Cel 2.4, Cel 2.6, Cel 800.
2. Мультимедиа центр: ноутбук Lenovo G 710 PMD - T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/проектор Sanyo PL-SU70 LSD 800×600. .

3. Компьютерные лабораторные программы.

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
	измененных	замененных	аннулированных	новых			

Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения измененных замененных аннулированных новых

Примечание – Основанием для внесения изменения является решение кафедры (протокол № ___ от «___» _____ 20__ г.).