

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический

_____ А. Л. Карташев
03.09.2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 27.06.2018 №084-2186**

дисциплины ДВ.1.01.02 Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
уровень специалиста тип программы Специалист
специализация Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.09.2016 № 1161

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

_____ 01.09.2018
(подпись)

Л. В. Радионова

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой
(ученая степень, ученое звание,
должность)

_____ 26.06.2018
(подпись)

Л. В. Радионова

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета разработчика
к.техн.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

М. А. Иванов

Зав.выпускающей кафедрой Двигатели летательных аппаратов
д.техн.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

_____ 03.09.2018
(подпись)

С. Д. Ваулин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цели: формирование представления о месте и роли математического моделирования при проектировании боеприпасов; формирование навыков построения и верификации математических моделей объектов исследования. Задачи: изучение методов математического моделирования, получение навыков определения целей и задач моделирования; получение знаний и навыков необходимых для применения методов математического моделирования при проектировании боеприпасов; получение знаний и навыков необходимых для подготовки, проведения, обработки результатов экспериментов и их содержательной интерпретации; получение знаний и навыков необходимых для решения оптимизационных задач; ознакомление с типичными математическими моделями объектов в сфере профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Курс включает в себя 16 часов лекционных занятий, 32 часа практических работ, на самостоятельную работу студента отводится 60 часов. По курсу предусмотрена курсовая работа. Вид итогового контроля по курсу - диф. зачёт. Зачет по курсу проводится по вопросам. Основное содержание курса раскрывается в 7 разделах. В разделе 1 "Введение" излагается информация касающаяся актуальности данного курса, ставятся цели и задачи, приводится порядок освоения дисциплины, оговариваются контрольные мероприятия, доводятся сведения об объемах самостоятельной работы и критериях её оценки, студентам предлагается дополнительно поставить персональные цели для освоения данного курса. В разделе 2 "Общие сведения о математическом моделировании" вводятся основные положения системного подхода к исследованию технологических объектов; излагаются основные базовые понятия, цели и задачи математического моделирования, классификация математических моделей, границы применимости математического моделирования, как метода исследования. В разделе 3 "Способы создания математических моделей технологических объектов" излагаются основные подходы к созданию математических моделей. В разделе 4 "Теоретические методы построения математических моделей технологических объектов" рассматриваются теоретические методы построения математических моделей: имитационное моделирование, инженерные методы, энергетический метод, проекционные методы, метод конечных разностей, метод конечных элементов. В разделе 5 "Экспериментальные методы построения математических моделей технологических объектов" рассматриваются вопросы постановки целей и задач экспериментального исследования, планирования отсеивающих экспериментов, планирования полнофакторных экспериментов, обработки результатов, их содержательной интерпретации, методы оценки адекватности построенной математической модели. В разделе 6 "Оптимизационные модели и задачи оптимизации" изучаются подходы к решению оптимизационных задач, рассматриваются методы оптимизации составов, последовательный симплексный метод, метод крутого спуска(восхождения) и др. В разделе 7 "Прикладные задачи математического моделирования при проектировании боеприпасов" рассматриваются конкретные примеры математических моделей применительно к сфере профессиональной деятельности.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУны)
ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	<p>Знать: основные подходы к разработке математических моделей физических процессов; основные классы математических моделей; теоретические основы построения математических моделей; методы экспериментального построения математических моделей; основы системного подхода к исследованию технологических процессов и производственных объектов.</p> <p>Уметь: строить простые математические модели; проводить декомпозицию исследуемых систем на составные части в соответствии с функциональными и конструктивными признаками; планировать, проводить и обрабатывать результаты экспериментальных исследований; отыскивать, с использованием математических моделей, оптимальные решения в условиях различных ограничений.</p> <p>Владеть: навыками построения теоретических и экспериментальных математических моделей; навыками системного анализа; навыками отыскания оптимальных решений.</p>
ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	<p>Знать: основы построения вычислительных алгоритмов, знать базовый синтаксис языка С, знать основы параллельного программирования.</p> <p>Уметь: уметь строить алгоритмы для реализации простейших математических моделей, писать последовательные и параллельные программы на языке С, отлаживать написанные программы.</p> <p>Владеть: навыками написания и отладки программ.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.26 Введение в специальность, Б.1.09.03 Специальные главы математики, Б.1.11 Информатика и программирование	ДВ.1.05.02 Основы технологии сборки при производстве боеприпасов, Б.1.37 Основы проектирования средств поражения, Б.1.40 Конструкторско-технологическая подготовка производства средств поражения, В.1.04 Практикум по виду профессиональной деятельности, Б.1.42 Технология производства и снаряжения боеприпасов, ДВ.1.02.01 Внутренняя баллистика ствольных систем, ДВ.1.02.02 Внутренняя баллистика двигательных

	установок реактивных боеприпасов, В.1.11 Автоматизация процессов производства, снаряжения и испытания боеприпасов, Научно-исследовательская работа (10 семестр)
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.11 Информатика и программирование	Знать: основы программирования на языке С, основы построения алгоритмов решения прикладных задач. Уметь: писать и отлаживать простые программы.
Б.1.26 Введение в специальность	Знать: объект и предмет профессиональной деятельности, сферу будущей профессиональной деятельности, типичные задачи возникающие при производстве и испытаниях боеприпасов.
Б.1.09.03 Специальные главы математики	Знать: физический и геометрический смысл производных и интегралов; методы решения дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений, систем линейных уравнений; понятийный аппарат для описания случайных процессов; Располагать основными сведениями по линейному математическому программированию. Уметь решать типовые системы линейных уравнений и неравенств, дифференциальные уравнения и их системы.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Курсовая работа	46	46
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка к зачету	4	4
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Общие сведения о математическом моделировании	8	2	6	0
3	Способы создания математических моделей технологических объектов	2	2	0	0
4	Теоретические методы построения математических моделей технологических объектов	10	2	8	0
5	Экспериментальные методы построения математических моделей технологических объектов	16	4	12	0
6	Оптимизационные модели и задачи оптимизации	8	2	6	0
7	Прикладные задачи математического моделирования при проектировании боеприпасов	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Общее содержание курса. Требования к освоению содержания курса. Литература. Опрос.	2
2	2	Общие сведения о математическом моделировании. Термины и определения. Системный подход. Классификация математических моделей. Цели и задачи математического моделирования. Границы применимости математического моделирования, как метода исследования.	2
3	3	Способы создания математических моделей технологических объектов. Эмпирический и эвристический подходы. Обобщение и детализация математических моделей.	2
4	4	Теоретические методы построения математических моделей технологических объектов. Имитационное моделирование. Инженерный, энергетический, проекционный методы. Конечно-разностные методы. Метод конечных элементов.	2
5	5	Экспериментальные методы построения математических моделей технологических объектов. Постановка целей и задач экспериментального исследования. Отсеивающие эксперименты. Планирование полнофакторных экспериментов.	2
6	5	Экспериментальные методы построения математических моделей технологических объектов. Обработка результатов эксперимента. Содержательная интерпретация результатов эксперимента. Проверка адекватности математической модели. Ограничения применимости полученных экспериментальных математических моделей.	2
7	6	Оптимизационные модели и задачи оптимизации. Термины и определения. Линейное программирование. Диаграмма Шеффе. Симплексные методы.	2
8	7	Прикладные задачи математического моделирования при проектировании боеприпасов. Задача о движении тела под действием сил тяжести в безвоздушном пространстве. Задача о прочности тонкостенного цилиндра под действием осевых нагрузок. Критерии оптимизации.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во

			часов
1	2	Системный анализ технологического объекта. Определение главной функции системы. Построение компонентной модели системы.	2
2	2	Системный анализ технологического объекта. Классификация взаимодействий между элементами системы.	2
3	2	Системный анализ технологического объекта. Постановка целей и задач дальнейшего исследования системы.	2
4	4	Инженерная методика анализа распределения сил по передней и задней поверхности режущего клина.	2
5	4	Построение имитационной модели для технологического процесса изготовления тихоходного вала редуктора	2
6	4	Практическая реализация метода конечных разностей на примере одномерной задачи теплопроводности	2
7	4	Практическая реализация метода конечных элементов на примере задачи изгиба балки с односторонним жестким закреплением.	2
8	5	Постановка задачи экспериментального исследования. Определение откликов. Постановка целей и задач исследования.	2
9	5	Постановка задачи экспериментального исследования. Определение варьируемых параметров	2
10	5	Отсеивающие эксперименты. Метод Плакетта-Бермана.	2
11	5	Отсеивающие эксперименты. Метод Саттерзвайта (метод случайного баланса).	2
12	5	Планирование полнофакторного эксперимента. Обработка результатов.	2
13	5	Проверка адекватности полученной математической модели. Содержательная интерпретация результатов эксперимента.	2
14	6	Решение задач оптимизации методом линейного математического программирования с ограничениями в виде неравенств	2
15	6	Решение задач оптимизации составов с использованием диаграммы Шеффе.	2
16	6	Решение оптимизационных задач последовательным симплексным методом.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Курсовая работа	Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / В.А. Иванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – с. 15-22	46
Подготовка к практическим занятиям	Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / В.А. Иванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – с. 8,	10

	9, 11-13, 15-24.	
Подготовка к зачету	Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / В.А. Иванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – с. 23-24.	4

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийные лекции	Лекции		16

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Разбор конкретных ситуаций	Лекционный материал сопровождается примерами использования математического моделирования на промышленных предприятиях, приводится опыт реальной практики применения и создания отдельных программных продуктов, программно-аппаратных комплексов для математического моделирования при выполнении проектных работ. В качестве примеров рассматриваются как крупные отечественные предприятия "ВСМПО-Ависма", ЧТПЗ, ЧМК, ЧКПЗ, так и предприятия малого и среднего бизнеса. На основе конкретных примеров применения, рассматриваются вопросы целесообразности и эффективности математического моделирования. Студентам предлагается самостоятельно оценить результативность использования математического моделирования в конкретных случаях.

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Стругов С.С. Моделирование процесса холодной штамповки эксцентрических трубных переходов комбинированным методом «обжим-раздача» /С.С. Стругов, В.А. Иванов, Ю.М. Погорелов // Кузнецко-штамповочное производство. Обработка материалов давлением, 2016. – №. – с. 29-32. Стругов, С.С. Сравнение методов оценки напряженно-деформированного состояния при осадке цилиндрической заготовки /С.С. Стругов, В.А. Иванов, В.Г. Шеркунов // Вестник ЮУрГУ. Серия Металлургия, 2016. – том 16. – №4. – с. 140-146. DOI: <http://dx.doi.org/10.14529/met160416> Sokolinskaya I., Sokolinsky L. Revised Pursuit Algorithm for Solving Non-Stationary Linear Programming Problems on Modern Computing Clusters with Manycore Accelerators // Supercomputing. RuSCDays 2016. Communications in Computer and Information Science. 2016. Vol. 687. P. 212-223. DOI: 10.1007/978-3-319-55669-7_17.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУны	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Курсовая работа	1
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Диф. Зачет	1-50
Оптимизационные модели и задачи оптимизации	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Курсовая работа	1
Все разделы	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Диф. Зачет	1-50

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Диф. Зачет	В билете 1 теоретический вопрос и 1 практическое задание. Время на выполнение 45 минут.	Отлично: Ответы на теоретический вопрос и практическое задание верные. Хорошо: Ответы на теоретический вопрос и практическое задание верные. Но имеются некоторые неточности в формулировках, ошибки в вычислениях. Удовлетворительно: Один из ответов на теоретический вопрос или на практическое задание неверный. Неудовлетворительно: Все ответы не верные.
Курсовая работа	Курсовая работа представляется на проверку в форме пояснительной записи. Оценивается на соответствие требованиям к оформлению, оценивается правильность выполнения разделов пояснительной записи, в том числе правильность расчетов.	Отлично: Оформление пояснительной записи соответствует требованиям. Все разделы выполнены в точном соответствии с заданием. Нет ошибок в расчетах. Хорошо: Оформление пояснительной записи не в полной мере соответствует требованиям (2-3 несоответствия). Все разделы выполнены в точном соответствии с заданием. Нет ошибок в расчетах. Удовлетворительно: Оформление пояснительной записи не соответствует требованиям. Все разделы выполнены в точном соответствии с заданием. Имеются ошибки в расчетах. Неудовлетворительно: Оформление пояснительной записи не соответствует требованиям. Не все разделы выполнены, или имеются значительные отступления от задания. Имеются ошибки в расчетах.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Диф. Зачет	Вопросы к зачету.docx
Курсовая работа	Курсовая работа_Задание.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

a) основная литература:

1. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие для студентов вузов В. Н. Ашихмин, М. Г. Бояршинов, М. Б. Гитман и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. - 332 с.
2. Горский, В. Г. Планирование промышленных экспериментов Модели статики. - М.: Металлургия, 1974. - 264 с. черт.
3. Горский, В. Г. Планирование промышленных экспериментов: Модели динамики В. Г. Горский, Ю. П. Адлер, А. М. Талалай. - М.: Металлургия, 1978. - 112 с. ил.
4. Новик, Ф. С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. - М.: Машиностроение, 1980. - 304 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов Пер. с нем. Фомина Г. А., Лецкого Н. С.; Под ред. Лецкого Э. К. - М.: Мир, 1977. - 552 с. ил.
2. Брусов, В. С. Оптимальное проектирование летательных аппаратов. Многоцелевой поток. - М.: Машиностроение, 1989. - 229 с. ил.
3. ГОСТ 7.32-2001 : Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления : введ. в действие 01.07.2002 : взамен ГОСТ 7.32-91 [Текст] Всерос. ин-т науч. и техн. информ. и др. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метролог, 2001
4. ГОСТ 7.1-2003 : Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : введ. в действие 01.07.04 : взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82 [Текст] Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 47 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование науч. журн. Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск, 2008-
2. Математическое моделирование : ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние мат. наук, Ин-т мат. моделирования РАН. - М. : Наука , 1989-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

2. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

3. Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / В.А. Иванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 24 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

4. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

5. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

6. Математическое моделирование и оптимизация при проектировании боеприпасов: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / В.А. Иванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 24 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/76825 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD + CD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/666 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. -FreeMind(бессрочно)
4. Microsoft-Visual Studio(бессрочно)
5. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	333 (Л.к.)	Компьютер, мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	338 (Л.к.)	Компьютерный класс с выходом в локальную сеть университета