



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы

В.А. Девяткин
к.т.н., профессор кафедры ИПАМ

« 16 » « мая » 2022г.

**Рабочая программа дисциплины
Математическое и физическое моделирование СИАРО**

Научная специальность	2.5.6 Технология машиностроения
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Проектирование и производство автоматизированных машин (ИПАМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2.3	Семестр (ы): 4.5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: Зачёт: 4,5	

Пермь 2022 г.

Программа дисциплины «Математическое и физическое моделирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия (СПАРО)» составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";

- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";

- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;

- Базовый план по программе аспирантуры;

- Паспорт научной специальности.

1.1. Цель учебной дисциплины – изучение принципов системно-функционального подхода к моделированию процессов в технических объектах, в частности, в узлах и агрегатах систем стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия (СПАРО) на основе комплексного использования полученных ранее знаний по естественно-научным, общеобразовательным и специальным дисциплинам, формирование единой системы знаний, умений и навыков в области математического моделирования физико-технических процессов в физических системах СПАРО, а именно: разработка и построение моделей различных уровней сложности, формирование алгоритмов, решение задач анализа моделей с использованием аналитических и численных методов с применением современных средств вычислительной техники.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие профессиональные и профильно-специализированные знания:

- умение формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера и др. при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;
- способность анализировать текущее состояние и тенденции развития стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия;
- способность самостоятельно выполнять научно-исследовательские работы и их отдельные разделы поискового и прикладного характера;
- способность самостоятельно организовывать и проводить экспериментальную отработку, исследования и испытания образцов стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия, их отдельных элементов на полигонном, стендовом и лабораторном оборудовании.

1.2 Задачи учебной дисциплины:

-получение представлений о целях и принципах моделирования процессов в физических системах СПАРО, разновидностях моделей и их возможностях;

-приобретение знаний в области классических подходов к задачам математического моделирования процессов различных уровней сложности и существующим методам анализа моделей;

-обучение умениям разработки и построения математических моделей и алгоритмов решения задач для систем СПАРО;

-овладение навыками использования вычислительной техники для численного анализа математических моделей.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

-фундаментальные законы сохранения вещества, количества движения и энергии, как основы для разработки и построения математических моделей физико-технических процессов различных уровней сложности;

-физические системы, входящие в состав технических объектов и реализующие их функции как в статическом, так и в динамическом режимах;

-математические модели различных физических систем СПАРО: системы уравнений, граничные и начальные условия;

-известные численные методы анализа математических моделей при моделировании процессов в физических системах.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.1.1 Математическое и физическое моделирование СПАРО является обязательной дисциплиной вариативной части Блока I базового учебного плана.

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

- Иметь представление:
 - о системном подходе к разработке, построению и обоснованию теоретических моделей процессов (механических, газодинамических, гидромеханических, тепловых, горения и взрыва взрывчатых веществ), происходящих во взаимодействующих между собой физических системах технических объектов, узлов и агрегатов СПАРО;
 - об использовании фундаментальных законов сохранения вещества, количества движения и энергии с целью разработки математических моделей физических систем.
- Знать:
 - виды, структуру и состав математических моделей основных физических систем, входящих в состав узлов и агрегатов СПАРО;
 - возможные методы анализа математических моделей, методы проведения специальных технических расчетов.
- Уметь выполнять:
 - структурный анализ технических объектов, как совокупности взаимодействующих физических систем;
 - аналитические и численные расчеты и анализ разработанных моделей.
- Владеть:
 - приемами и методами разработки и построения математических моделей различных уровней сложности для моделирования процессов как в отдельных физических системах, так и в многосистемных объектах СПАРО.
- Иметь навыки:
 - разработки алгоритмов и компьютерных программ для решения задач численного моделирования процессов в системах;
 - использования современных средств вычислительной техники при моделировании процессов и анализа получаемых результатов.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	-
	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч
		аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа			
		всего	Л	ПЗ					
1	1		1				12		
	2		1				12		
	3		1				12		
	4		1				18		
	5		1				12		
Всего по разделу:		5	5		1		66		
2	6			3			12		
	7			3			18		
Всего по разделу:		6		6			30		
Промежуточная аттестация						36			
Итого:		11	5	6	1	36	96	144	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Математические модели физических систем

(Л – 5, СР – 66)

Тема 1. Основные принципы построения математических моделей на основе системно-функционального подхода.

Тема 2. Математические модели гидродинамических и механических систем.

Тема 3. Построение математических моделей взаимодействующих физических систем в технических объектах.

Тема 4. Численные методы решения математических моделей

Тема 5. Применение прикладных пакетов для решения задач моделирования СПАРО

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 2. Численное моделирование процессов

(ПЗ –6 , СР –30)

Тема 6. Построение механической системы

Тема 7. Построение гидropневматической системы

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Построение механической системы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Построение гидropневматической системы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
2	1	Структурно-функциональный анализ технического объекта. формирование составляющих математической модели.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	2	Построение структурных схем объектов.		
	3	Моделирование сосредоточенных газодинамических систем.		
	4	Моделирование распределенных гидромеханических систем		
	5	Принципы моделирования в пакете		

		ADAMS		
3	6	Построение механической системы в ADAMS	Творческое задание	Темы творческих заданий
	7	Построение гидropневматической системы в ADAMS		

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Математическое и физическое моделирование СПАРО» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования знаний.

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Математическое и физическое моделирование СПАРО» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

8.1.1. Основная учебная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Наименование	Издательство, год издания, гриф	Назначение, вид издания	Кол-во экзempl. в библ.
1.	М. В. Грязев [и др.]	Проектирование приводов комплексов вооружения: методы синтеза структур и алгоритмов управления, математические модели, применяемые при проектировании: учебно-методическое пособие	Тульский государственный университет; Под ред. А. Г. Шипунова.— Тула: Изд-во ТулГУ. 2014 .— 302 с.	Учебное пособие	3
2.	С. Г. Селиванов, М. Б. Гузаиров, А. А. Кутин	Инноватика: учебник для вузов.— 3-е изд., доп.	Москва: Машиностроение. 2013 .— 739 с	Учебник	1
3.	К. П. Жуков, Ю. Е. Гуревич	Проектирование деталей и узлов машин: учебник для вузов.— 2-е изд., перераб. и доп .	—Москва: Машиностроение. 2014 .— 647 с.	Учебник	3

8.1.2. Дополнительная учебная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Наименование	Издательство, год издания, гриф	Назначение, вид издания	Кол-во экзempl. в библ.
1.	Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.	Физические основы математического моделирования	М.: Академия. 2005. – 316с.	Учебное пособие	22
2.	Вержбицкий В.М.	Основы численных методов	М.: Высш. Шк..2002. – 840с.	Учебник	15
3.	Тарасик В.П.	Математическое моделирование технических систем	Минск: ДизайнПРО. 1997. – 640с.	Учебник	5
4.	В.Г. Кучеров [и др.] ; Под ред. В.Г. Кучерова	Основы научных исследований : учебник для вузов	ВГТУ; — Волгоград : Политехник, 2004 .— 303 с.	Учебник	62
5.	Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э. и др.	Введение в математическое моделирование	М.:Логос, 2004. – 439с.	Учебное пособие	50

8.1.3 Нормативно-технические издания

1	<i>Единая система технологической документации: сборник государственные стандарты .— Изд. офиц .— Москва : Изд-во стандартов, 2003 .— 213 с.</i>	Консультант Плюс
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------

8.2.4 Официальные издания

1	<i>Конституция Российской Федерации</i>	КонсультантПлюс
2	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации</i>	КонсультантПлюс

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ии. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
2. Информационная система Техэксперт: Интернет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	ADAMS	License for MSC Agreement:	Моделирование динамики объектов

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

			RE008155PPI Customer : Perm State Technical University Configuration ID: contract based Start: 21- jan-2011 End: 31- dec-2099 FLEXIm Id(s): 0030487ebf1d	
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ППАМ	410	40	12

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	12	Оперативное управление	410

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		