

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Методы научных исследований в двигателестроении
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена
двигателей летательных аппаратов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является получение студентами знаний о основах численного моделирования задач газовой динамики (в т.ч. турбулентных течений, неустойчивости рабочих процессов, акустики и пр.), формирование умений и навыков применять математический аппарат, численные методы и современное программное обеспечение для исследования акустических процессов в авиационных и ракетных двигателях.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные понятия дискретной вычислительной математики;
- приёмы и методы численного дифференцирования и интегрирования;
- элементы вычислительной технологии (алгоритмирование, программирование, проведение расчётов).

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает в требуемом объёме основные положения, законы и методы естественных наук и математики, используемые для разработки физических и математических моделей исследуемых процессов в области постановки и решения научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики, используемые для разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области постановки и решения научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет в требуемом объеме использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики для разработки физических и математических моделей исследуемых процессов для постановки и решения научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Умеет использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики для разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Зачет
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет в требуемом объеме навыками использования основных положений, законов и методов естественных наук и математики при разработке физических и математических моделей исследуемых процессов на основе постановки и решения конкретных прикладных научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Владеет навыками использования основных положений, законов и методов естественных наук и математики при разработке физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов на основе постановки и решения конкретных прикладных научно-технических задач по направлению "Двигатели летательных аппаратов".	Зачет
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает теоретические методы научных исследований, связанных с созданием двигателей летательных аппаратов.	Знает теоретические и экспериментальные методы научных исследований, связанных с созданием двигателей летательных аппаратов, а также принципы организации научно-исследовательской деятельности.	Зачет
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет применять теоретические методы научных исследований при рассмотрении различных процессов в двигателях летательных аппаратов.	Умеет применять теоретические и экспериментальные методы научных исследований при рассмотрении различных процессов в двигателях летательных аппаратов, необходимых для принятия проектных решений; используя командные принципы организации научно-	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			исследовательской деятельности.	
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками использования теоретических методов научных исследований при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов.	Владеет навыками использования теоретических и экспериментальных методов научных исследований при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов с использованием эффективных принципов организации научно-исследовательской деятельности.	Зачет
ПКО-3	ИД-1ПКО-3	Знает подходы, виды и формы рабочих планов и программ, регламентирующих проведение научных исследований.	Знает подходы, виды и формы рабочих планов и программ, регламентирующих проведение научных исследований и технических разработок, процедуру проведения обработки и анализа результатов экспериментов и испытаний двигателей летательных аппаратов и их элементов, составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований.	Зачет
ПКО-3	ИД-2ПКО-3	Умеет разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований	Умеет разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, проводить обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний двигателей летательных аппаратов и их элементов; составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПКО-3	ИД-3ПКО-3	Владеет навыками разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок с учётом имеющегося персонала и исследовательского оборудования.	Владеет навыками разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок с учетом имеющегося персонала и исследовательского оборудования; обработки и анализа результатов экспериментов и испытаний объектов профессиональной деятельности и составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований.	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	28	14	14
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	36	36
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	72	72

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Обзор численных методов	18	0	14	36
Возможности численного подхода при решении фундаментальных и прикладных задач. Метод характеристик. Метод сеток (конечных разностей). Формальное изложение метода. Область применения. Примеры реализации. Метод распада произвольного разрыва (метод С.К. Годунова). Формальное изложение метода. Область применения. Примеры реализации. Метод конечных элементов. Методы расщепления. Формальное изложение метода. Область применения. Примеры реализации. Метод Давыдова (метод крупных частиц). Формальное изложение метода. Детальное изложение метода. Область применения. Примеры реализации.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	14	36
2-й семестр				
Основные понятия дискретной (конечно-разностной) вычислительной математики	14	0	10	16
Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений. Дискретное представление среды. Способы и виды аппроксимации. Точность аппроксимации. Устойчивости конечно-разностной схемы. Понятие вычислительной устойчивости конечно-разностной схемы. Сходимость разностного решения. Вязкостные свойства разностных схем. Дисперсионные свойства разностных схем. Многопараметрический класс разностных схем расщепления. Приёмы внедрения параметров в структуру разностной схемы. Оптимизация разностных схем по параметрам.				
Основы патентного законодательства.	4	0	4	20
Патентный поиск. Составление заявки на патент.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	14	36
ИТОГО по дисциплине	36	0	28	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ задач, решаемых методом характеристик и методом конечных разностей

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Анализ задач, решаемых методом С.К. Годунова
3	Анализ задач, решаемых методом конечных элементов и методами расщепления.
4	Анализ задач, решаемых методом Давыдова (методом крупных частиц)
5	Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений
6	Алгоритмирование и программирование задач газовой динамики
7	Отладка тестирование программного продукта. Проведение серии тестовых расчётов
8	Составление заявки на патент

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий. - Москва: Высш. шк., 2009.	15
2	Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - Санкт-Петербург: Лань, 2008.	98
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Белоцерковский О. М. Метод крупных частиц в газовой динамике : вычислительный эксперимент / О. М. Белоцерковский, Ю. М. Давыдов. - Москва: Наука, 1982.	9
2	Давыдов Ю.М. Численное моделирование нестационарных переходных процессов в активных и реактивных двигателях / Ю.М. Давыдов, М.Ю. Егоров. - М.: Нац. Акад. прикл. наук России, 1999.	22
3	Егоров М. Ю. Методы численного решения прикладных задач. Метод Давыдова (метод крупных частиц) : учебное пособие / М. Ю. Егоров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2001.	23
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Белоцерковский О. М. Метод крупных частиц в газовой динамике : вычислительный эксперимент / О. М. Белоцерковский, Ю. М. Давыдов. - Москва: Наука, 1982.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6601	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе