

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ

_____ Э.Р. Шрагер

" ____ " _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
Математическое моделирование в технической физике

Направление подготовки
16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки
Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2016

1. Код и наименование дисциплины

16.04.01 - Техническая физика. Математическое моделирование в технической физике.

2. Место дисциплины в структуре ООП Магистратуры

Относится к базовой части ООП.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

2 год обучения, 3 семестр

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Дисциплина «Математическое моделирование в технической физике» опирается на ООП бакалавриата Техническая физика.

Дисциплина «Математическое моделирование в технической физике» относится к базовой части общенаучного цикла ООП. Данная дисциплина входит в математический и естественнонаучный цикл ООП и наряду с дисциплинами «Физико-химическая гидродинамика», «Химическая физика теплового взрыва, зажигания и горения высокоэнергетических веществ», «Горение конденсированных систем» обеспечивает профессиональную подготовку магистров.

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен знать математический анализ, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, основы линейной алгебры, общие курсы физики и химии, термодинамику, теорию теплопередачи, основы тензорного анализа.

В результате изучения дисциплины магистр получит знания по классическим задачам математической физики, освоит способы получения уравнений гидродинамики и газовой динамики, теплофизики и физики плазмы, теории турбулентности, будет знать способы постановки для них задач различного уровня сложности, освоит приемы их численного решения с использованием экономичных алгоритмов, научится выбирать такие алгоритмы в зависимости от постановки и типа задачи.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения специальных курсов: «Фильтрационное горение», «Горение конденсированных систем» и др.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, из которых 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов – занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа) 38 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения (*отметить, если дисциплина или часть ее реализуется в форме электронного (дистанционного) обучения*).

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2);

способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности (ОК-4);

способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний,

непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6).

способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);

готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов (ПК-7).

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОК-2, III уровень	<p>Владеть: Способностью поставить задачи в области технической физики. В (ОК-2) –III</p> <p>Уметь: применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. Анализировать полученные результаты теоретического моделирования. У (ОК-2) –III</p> <p>Знать: физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. З (ОК-2) –III</p>
ОК-4, III уровень	<p>Владеть: Способностью организовать коллектив исполнителей для решения задач в области технической физики. В (ОК-4) –III</p> <p>Уметь: Сформулировать задачу для коллектива исполнителей и провести ее декомпозицию для исполнения ее частей членами коллектива исполнителей. Оценить качество выполненных работ. У (ОК-4) –III</p> <p>Знать: Основные физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы моделирования для создания новых технических устройств. З (ОК-4) –III</p>
ОК-6, III уровень	<p>Владеть: Способами оценки элементов технических устройств и участков технологических процессов. В (ОК-6) –III</p> <p>Уметь: провести оценку технических устройств и систем. У (ОК-6) –III</p> <p>Знать: способы оптимального проектирования технических устройств и технологических процессов. З (ОК-6) –III</p>
ПК-5, III уровень	<p>Владеть: Способностью поставить задачи и сформулировать программу исследований в области теоретического и экспериментального исследования технических объектов. В (ПК-5) –III</p> <p>Уметь: Выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать получаемые результаты. У (ПК-5) –III</p> <p>Знать: методы решения экспериментальных и теоретических задач, представлять и применять полученные результаты. З (ПК-5) –III</p>
ПК-7, III уровень	<p>Владеть: Способностью поставить задачи в области теоретического исследования технических объектов. В (ПК-7) –III</p> <p>Уметь: применять физические методы теоретического исследования, методы математического анализа и моделирования для задачи в области теоретического исследования технических объектов. Анализировать полученные результаты теоретического моделирования. У (ПК-7) –III</p> <p>Знать: физические методы теоретического исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. З (ПК-7) –III</p>

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции и	Пр.	Лаб.	
Уравнения математической технической физики	8	2	2		4
Постановка задач для уравнений Навье-Стокса.	8	2	2		4
Постановка задач для уравнений газовой динамики.	8	2	2		4
Постановка задач для уравнений низкотемпературной плазмы	12	2	4		6
Постановка задач для уравнений теплопроводности и диффузии многокомпонентных сред	10	2	2		6
Постановка задач для течений газа и жидкости с частицами.	10	2	2		6
Постановка задач в молекулярной газовой динамике	8	2	2		4
Численные методы решения задач математической физики и постановки задач	8	2	2		4
Итого	72	16	18		38

9. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование в технической физике»

№ п/п	Раздел дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Неделя семестра
1	Уравнения технической физики	Система уравнений Навье-Стокса. Система уравнений газовой динамики. Система уравнений низкотемпературной плазмы. Уравнения теплофизики.	1
2	Постановка задач для уравнений Навье-Стокса.	Уравнения Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса. Постановка типичных задач. Теоремы единственности. Исследования О. Ладыженской. Критическое число Рейнольдса. Численные исследования течений при закритических числах Рейнольдса.	2
3	Постановка задач для уравнений газовой динамики.	Характеристик одномерных нестационарных уравнений. Постановка задач для одномерных нестационарных уравнений газовой динамики. Характеристики двумерных стационарных уравнений. Постановка двумерных стационарных задач. Теоремы единственности для линеаризованных уравнений. Ударные волны и их роль в разрешимости задач газовой динамики.	3
4	Постановка задач для уравнений низкотемпературной плазмы	Характеристики одномерных нестационарных уравнений низкотемпературной плазмы. Постановка задач для одномерных нестационарных уравнений низкотемпературной	4-8

		плазмы. Постановка задач для двумерных уравнений низкотемпературной плазмы. Роль ударных волн в разрешимости задач.	
5	Постановка задач для уравнений теплопроводности и диффузии многокомпонентных сред	Теоремы единственности для решения задач теплопроводности и диффузии. Особенности постановки задач теплообмена в средах с разрывом параметров. Постановка граничных условий при диффузии многокомпонентных сред.	9
6	Постановка задач для течений газа и жидкости с частицами.	Уравнения движения и теплообмена частиц в жидкости и газе. Сплошная среда из частиц. Система уравнений двухфазного течения газа с частицами и ее характеристические свойства. Постановки задач для этой системы. Пересечение траекторий частиц. Струи и пелены из частиц.	10
7	Постановка задач в молекулярной газовой динамике	Молекулярная модель. Уравнение Больцмана. Модели столкновений. Свободномолекулярные течения. Взаимодействие молекул с поверхностью. Постановка задач в молекулярной газовой динамике. Метод Монте-Карло прямого моделирования.	11
8	Численные методы решения задач математической физики и постановки задач	Понятие корректно поставленной задачи. Аппроксимация и устойчивость численного решения. Теорема Лакса. Ошибки аппроксимации и их роль в сходимости численного решения к точному решению поставленной задачи. Связь требований корректности поставленной задачи с ее численным решением	12-16

В учебном процессе для освоения материала курса «Математическое моделирование в технической физике» используются лекционные занятия (22.2%), а также активные и интерактивные формы проведения занятий (постановка проблемных задач, разбор конкретных процессов и ситуаций, коллоквиум), письменное тестирование (написание эссе, тест). В самостоятельной работе предусматривается работа с учебно-методической и научной литературой.

Виды самостоятельной работы и отчетов по ним.

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (в часах)	Вид отчетности	Тип отчета	Период выполнения отчета (неделя семестра)	Срок представления отчета (неделя семестра)
1	Аннотирование раздела (темы) дисциплины	2	Эссе (10 тысяч знаков)	письм.	16	14
2	Работа с учебно-методической литературой по	30	Коллоквиум	устно, письм.	Еженедельно	6

	дисциплине					
3	Контрольная работа	2	тест	письм.	13	9
4	Подготовка к зачету	12		письм., устно	18	18
	Всего часов	46				

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их карты.
 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2);
 способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности (ОК-4);
 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6).
 способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);
 готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов (ПК-7);

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ОК-2. Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– общекультурная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ОК-2, III уровень	Владеть: Способностью поставить задачи в области технической физики. В (ОК-2) –III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. Анализировать полученные результаты теоретического моделирования. У (ОК-2) –III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. З (ОК-2) –III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ОК-4. Способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– общекультурная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ОК-4, III уровень	Владеть: Способностью организовать коллектив исполнителей для решения задач в области технической физики. В (ОК-4) –III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: Сформулировать задачу для коллектива исполнителей и провести ее декомпозицию для исполнения ее частей членами коллектива исполнителей. Оценить качество выполненных работ. У (ОК-4) –III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: Основные физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы моделирования для создания новых технических устройств. З (ОК-4) –III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ОК-6. Способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

–компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ОК-6, III уровень	Владеть: Способами оценки элементов технических устройств и участков технологических процессов. В (ОК-6) –III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: провести оценку технических устройств и систем. У (ОК-6) –III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: способы оптимального проектирования технических устройств и технологических процессов. З (ОК-6) –III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-5. Способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК-5, III уровень	Владеть: Способностью поставить задачи и сформулировать программу исследований в области теоретического и экспериментального исследования технических объектов. В (ПК-5) – III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: Выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать получаемые результаты. У (ПК-5) – III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: методы решения экспериментальных и теоретических задач, представлять и применять полученные результаты. З (ПК-5) – III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-7. Готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК-7, III уровень	Владеть: Способностью поставить задачи в области теоретического исследования технических объектов. В (ПК-7) –III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: применять физические методы теоретического исследования, методы математического анализа и моделирования для задачи в области теоретического исследования технических объектов. Анализировать полученные результаты теоретического моделирования. У (ПК-7) –III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: физические методы теоретического исследования, методы математического анализа и моделирования для создания новых технических устройств. З (ПК-7) –III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде:

- проведения регулярного экспресс - тестирования по пройденному материалу,
- анализа результатов теста,
- индивидуального и коллективного обсуждения письменных отчетов по выполненной работе (анализ моделей процессов, написание эссе).

Завершающая аттестация по курсу проводится в форме экзамена, определяемые учебным планом подготовки, которые проводятся в форме письменных ответов по билетам и устном собеседовании по ответам.

Темы для эссе:

- модель течения газа с частицами.
- постановка задачи для уравнения теплопроводности,
- понятие корректно поставленной задачи,
- уравнение Больцмана,
- первая краевая задача для уравнения Лапласа,
- характеристики уравнения колебаний струны,
- критическое число Рейнольдса,
- уравнение переноса,
- третья начально-краевая задача диффузии,
- характеристики уравнения Лапласа.

Контрольные вопросы по курсу «Математическое моделирование в технической физике»

1. Уравнения газовой динамики.
2. Уравнения Навье-Стокса.
3. Уравнения низкотемпературной плазмы.
4. Вторая краевая задача для уравнения Лапласа.
5. Уравнения движения частиц.
6. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.
7. Принцип максимума и минимума для гармонических функций.
8. Общее решение уравнения колебаний струны.
9. Постановка задачи для сверхзвукового течения газа.
10. Постановка задачи для дозвукового течения газа..
11. Уравнения сплошной среды из частиц.
12. Граничные условия на свободной поверхности вязкой жидкости..
13. Граничные условия задачи Коши для сверхзвукового течения газа.
14. Теорема единственности решения первой краевой задачи для уравнения Лапласа.
15. Характеристики уравнений движения частиц.
16. Граничные условия в молекулярной газовой динамике.
17. Условия для уравнения теплопроводности на границе с фазовым переходом
18. Условия для уравнения диффузии на границе с фазовым переходом .
19. Вязкие напряжения.
20. Пондеромоторные силы в магнитной гидродинамике.
21. Турбулентный тепло-и массообмен.
22. Моментные методы в молекулярной динамике.
23. Метод Монте-Карло в молекулярной динамике.
24. Струи и пелены из частиц.
25. Разрывы в газовой динамике..

26. Понятие устойчивости решения задачи.
27. Корректность постановки задачи по Адамару..
28. Понятие численной аппроксимации.
29. Теорема Лакса.

Образцы билетов для промежуточной аттестации

Билет №1.

1. Теорема о максимуме и минимуме для одномерной нестационарной задачи теплопроводности.
2. Понятие корректности постановки задачи по Адамару.

Билет №2.

1. Характеристическая альтернатива для одного уравнения в частных производных первого порядка в n - мерном пространстве.
2. Условия разрешимости второй краевой задачи для уравнения Лапласа.

Билет №3.

1. Получить характеристики системы одномерных уравнений газовой динамики.
2. Теорема о разрешимости задачи Коши для пространственного уравнения в частных производных.

Билет №4.

1. Теорема Коши о существовании решения задачи Коши для уравнения в частных производных n - ого порядка.
2. Понятие внутренних и выводящих производных функции на гиперповерхности.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Круг вопросов может выходить за рамки содержания данной дисциплины и касается изложения курсов, перечисленных в разделе 8 настоящей программы. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. Самостоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

а) основная литература

1. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие. М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с.
2. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие: учебное пособие. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с.
3. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. СПб.: Лань, 2016. — 292 с.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. \М.: Наука, 2003, 500 с.
5. Липанов А.М. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред \М.: Наука, 2011, 543 с.
6. Райзер Ю.П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков. Инфра-М. 2011. 432 с.

б) дополнительная литература:

6. Годунов С.К. Уравнения математической физики\М.:Наука,1974, 416 с.
7. Курант Р. Гильберт Д. Уравнения математической физики \ М.:ОГИЗ,1945, 620 с.
8. Шварц Л. Математические методы для физических наук \ М.: Мир,1965, 412 с.
9. Мизес Р. Математическая теория течений сжимаемой жидкости\М.:Изд.Ин-лит.,1961,500с.
10. Рихтмайер Р. Принципы современной математической физики.\М.:Мир,1982, 486с.
11. Курант Р. Фридрихс К. Сверхзвуковые течения и ударные волны.\М.: Изд.Ин-лит.,1958, 560 с.
12. Ладыженская О. Краевые задачи математической физики.\М.: Наука,1973, 407с.
13. Тихонов А.Н. Самарский А.В. Уравнения математической физики.\М.: Наука, 1977, 735 с.
14. Михлин С.Г. Курс математической физики.\М.: Наука.1968, 512 с.
15. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции.\М.: Наука ,2000, 431 с.
16. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.\М.: Наука, 2003, 500 с.
17. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. \М.: Наука, 1971, 412 с.
18. Роуч П. Вычислительная гидродинамика.\М.: Мир, 1980, 616 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Учебно-методические материалы: <http://www.ftf.tsu.ru/index.php?p=41>
www.bookam.net
www.ipmnet.ru (eqworld)
www.google.ru

При освоении данной дисциплины используются учебные аудитории, компьютерные классы физико-технического факультета, суперкомпьютер Cyberia, пакеты ANSYS, Multyphysics, Fluent, AUTODYN, Open FOAM, Open Cascade, MathCAD, MAPLE, Simulink и информационные ресурсы Научной библиотеки ТГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 223200 – Техническая физика.

Автор _____ д.ф.-м.н., профессор Васенин И.М.

Рецензент (ы) _____ д.ф.-м.н., профессор Шрагер Г.Р.

Программа одобрена на заседании Ученого совета физико-технического факультета ТГУ от 21 апреля 2016 года, протокол № 44.