

Математическое моделирование в технической физике

1) Краткое содержание дисциплины.

В рамках дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» изучаются основы построения математических моделей физико-технических объектов и процессов, необходимые для выполнения моделирования численные методы, а также методика компьютерного моделирования с использованием стандартных и специально разработанных программных средств.

2) Кредитная стоимость дисциплины.

4,5 Cr ECTS (4 ЗЕТ, 144 ач, включая экзамен)

3) Цель

Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих методами математического моделирования и способных на основе полученных знаний к активной творческой работе в области современной технической физики и нанотехнологий как в научно-исследовательских учреждениях, так и в условиях промышленного производства.

Это полностью соответствует цели основной образовательной программы подготовки выпускников-магистров по направлению 223200 «Техническая физика», которой является формирование у них знаний, умений, навыков, обеспечивающих способность к самостоятельной творческой профессиональной деятельности в условиях быстро развивающихся наукоемких отраслей техники и технологии.

4) Результаты обучения:

Знания, навыки, умения:

- знание основных понятий, закономерностей и методов математического моделирования изучаемых систем технической физики;
- умение самостоятельно выбрать адекватную модель изучаемой системы, составить алгоритм расчета, составить программу (в необходимых случаях – воспользоваться известными пакетами прикладных программ) и произвести необходимые вычисления на компьютере;
- владение методами математического моделирования объектов технической физики.

Компетенции:

ОК-2, способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, пополнению своих знаний в области современных проблем технической физики и смежных наук, готовность к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.

ОК-3, готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности; способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.

ПК-1, способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры).

ПК-3, способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, готовность генерировать, оценивать и использовать новые идеи (креативность), способность находить творческие, нестандартные решения профессиональных и социальных задач.

ПК-7, способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств.

ПК-18, готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов.

ПК-21, готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.

5) Содержание:

1. Принципы численного моделирования физических процессов: Л – 4 ач, ПЗ – 8 ач, СР – 4 ач
2. Численные методы решения задач математической физики: Л – 8 ач, ПЗ – 16 ач, СР – 18 ач.
3. Моделирование физических процессов методом Монте-Карло: Л – 2 ач, ПЗ – 4 ач, СР – 12 ач.
4. Оптимизации объектов и процессов технической физики: Л – 2 ач, ПЗ – 4 ач, СР – 4 ач.

5. Программное обеспечение задач математического моделирования: Л – 2 ач, ПЗ – 4 ач, СР – 16 ач.

6. Экзамен: 36 ач.

6) Пререквизиты:

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика», «Численные методы» предшествующей бакалаврской подготовки. Результаты изучения дисциплины используются при изучении дисциплины М2.В.5. «Специальные вопросы математической физики», ряда дисциплин вариативной части профессионального цикла, при проведении НИРМ и при подготовке магистерской диссертации.

7) Основной учебник

- Моделирование и оптимизация динамических систем / [М. Г. Захаров [и др.]] — СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2010.

- Численные методы. учебное пособие для студентов университетов и вузов. / Н. Н. Калиткин — СПб. БХВ-Петербург, 2011

- Введение в численные методы / А. А. Самарский — СПб. Лань, 2009

8) Дополнительная литература

- Численные методы Монте-Карло / И.М. Соболев — Москва Наука, 1973

- Математическое моделирование / А. А. Самарский, А. П. Михайлов — М. Физматлит, 2005

- Численные методы решения задач электрофизики / В.П. Ильин — Москва Наука, 1985

- Практическая оптимизация / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт — Москва Мир, 1985

9) Координатор:

Доцент, к.ф.-м.н. К.В. Соловьев

10) Использование компьютера:

Компьютер используется при выполнении всех видов занятия и самостоятельной работы по всем разделам дисциплины.

11) Лабораторные работы и проекты

Лабораторные работы и проекты учебным планом не предусмотрены.

Каждый обучающийся выполняет индивидуальную курсовую работу по одному из разделов дисциплины с применением методов математического моделирования. Ориентировочный объем СР 36 ач.

Качество освоения дисциплины оценивается по результатам выполнения практических занятий, курсовой работы и результатам сдачи экзамена

Примерный перечень экзаменационных вопросов:

1. Численный эксперимент и его погрешности.
2. Получение моделей из фундаментальных законов природы.
3. Использование вариационных принципов при построении моделей.
4. Анализ размерностей. Групповой анализ моделей.
5. Конечно-разностные аппроксимации дифференциальных операторов и граничных/начальных условий.
6. Разностные схемы для уравнения Пуассона, уравнения теплопроводности, волнового уравнения. Устойчивость разностных схем.
7. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.
8. Вариационная формулировка граничной задачи для уравнения Пуассона. Основная концепция МКЭ. Матрица жесткости.
9. Решение граничных задач для эллиптических дифференциальных уравнений методом граничных интегральных уравнений.
10. Генерирование равномерно распределенных чисел. Моделирование распределений. Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.
11. Одномерная оптимизация.
12. Многомерная безусловная оптимизация.
13. Оптимизация с ограничениями.