

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ
КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Направление подготовки [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика
(специальность)

| Семестр | Трудоемкость, кредит. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практических подготовки/ В | СРС, час. | KCP, час. | Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП |
|---------|-----------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|
| 7 | 2 | 72 | 16 | 16 | 0 | | 40 | 0 | 3 |
| Итого | 2 | 72 | 16 | 16 | 0 | 0 | 40 | 0 | |

АННОТАЦИЯ

Курс представляет собой общедоступное введение в методы статистического моделирования случайных процессов (метод Монте-Карло). Универсальность и междисциплинарность метода позволяет использовать его для решения вероятностных задач различных областей физики, таких как физика частиц и излучения, медицинская физика, физика ускорителей и т.д.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

1. Устойчивость, случайность, статистическая устойчивость.
2. Случайные числа и их распределения. Генерация случайных чисел на ЭВМ.
3. Моделирование случайных событий с помощью датчика случайных чисел (монета, кубик, азартные игры, основные дискретные распределения).
4. Случайные точки в многомерном пространстве. Вычисление поверхностей и объемов тел.
5. Моделирование неравномерно распределенных чисел.
6. Статистическое моделирование случайных процессов (прохождение частиц через вещество, радиоактивный распад, перколяция, процесс размножения - гибели).
7. Моделирование процессов взаимодействий ионизирующих излучений с веществом. Имитация и планирование эксперимента.
8. Метод Монте-Карло в задачах математики и математической физики (вычисление многократных интегралов, решение уравнений, поиск максимума (минимума) функции многих переменных, решение краевых задач для дифференциальных уравнений математической физики, геометрические вероятности).

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения программы данной дисциплины требуется повторение изученных материалов по следующим дисциплинам (в скобках указываются содержательные разделы, полезные для изучения данной дисциплины):

- "Информатика", 1-й семестр (Алфавит и словарь языка Паскаль, Стандартные библиотечные модули. Встроенные функции и процедуры. Массивы. Одномерные массивы. Описание пользовательских типов. Передача параметров-массивов в процедуры и функции. Многомерные массивы и операции над ними. Модуль Graph. Понятие текстового и графического экрана. Стандартные графические процедуры и функции.);
- "Информатика", 2-й семестр (Файлы. Текстовые файлы. Типизированные файлы. Описание, открытие, работа с файлами. Строковые выражения. Стандартные строковые процедуры и функции. Множества. Операции над множествами. Записи. Простые виды сортировки. Алгоритмы сортировки. Модули, определяемые пользователем. Описание, передача параметров, использование.).

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|---|---|--|
| производственно-технологический | | | |
| Квалифицированное использование исходных данных, материалов, оборудования, методов математического и физического моделирования производственно-технологических процессов и характеристик наукоемких технических устройств и объектов, включая использование алгоритмов и программ расчета их параметров | Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса | ПК-4.3 [1] - Способен использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044 | 3-ПК-4.3[1] - Знать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов; У-ПК-4.3[1] - Уметь использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, сетевые технологии при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов; В-ПК-4.3[1] - Владеть современными языками и методами |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | | программирования, комплексами прикладных компьютерных программ, сетевыми технологиями при решении научных и технологических задач в области математического моделирования физических процессов |
| инновационный | | | |
| Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач | Природные и социальные явления и процессы | ПК-6 [1] - Способен к участию в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.034 | З-ПК-6[1] - Знать основные принципы и возможности интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса. ; У-ПК-6[1] - Уметь принимать участие в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса. ; В-ПК-6[1] - Владеть навыками участия в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий |
| конструкторско-технологический | | | |
| Контроль соответствия выполненных работ | Модели, методы и средства фундаментальных и | ПК-7 [1] - Способен к разработке прикладного | З-ПК-7[1] - Знать текущее положение современных научных |

| | | | |
|--|---|--|--|
| требованиям технического задания и соотношения получаемых результатов с известными мировыми разработками и образцами в данной области исследований | прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах научоемкого производства, управления и бизнеса | программного обеспечения для проведения научных исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028 | достижений, современные методы и алгоритмы для разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований. ; У-ПК-7[1] - Уметь применять современные методы и алгоритмы для разработки научоемкого программного обеспечения.; В-ПК-7[1] - Владеть навыками разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований. |
|--|---|--|--|

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|--|--|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18) | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов |

| | | |
|--|---|---|
| | отношения к исследованиям лженаучного толка (В19) | научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий. |
|--|---|---|

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел* [*] | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|------------------|--|--------|--|---|--|---|--|
| <i>7 Семестр</i> | | | | | | | |
| 1 | Теоретическая часть. Базовые понятия метода Монте-Карло. | 1-8 | 8/8/0 | | 25 | Кл-8 | З-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, |

| | | | | | | |
|---|---|------|---------|----|--------|--|
| | | | | | | З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7 |
| 2 | Второй раздел | 9-16 | 8/8/0 | 25 | БДЗ-16 | 3-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7 |
| | <i>Итого за 7 Семестр</i> | | 16/16/0 | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 7 Семестр | | | 50 | 3 | 3-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7 |

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|--------------------------|
| БДЗ | Большое домашнее задание |
| Кл | Коллоквиум |
| З | Зачет |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|--------|---|--|----------------|------------|
| | <i>7 Семестр</i> | 16 | 16 | 0 |
| 1-8 | Теоретическая часть. Базовые понятия метода Монте-Карло. | 8 | 8 | 0 |
| 1 - 4 | О методе Монте-Карло О методе Монте-Карло | Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0 | 4 0 | 0 |
| 5 - 8 | Устойчивость, случайность, статистическая устойчивость,случайные числа и их распределения, генерация случайных чисел на ЭВМ Устойчивость, случайность, статистическая устойчивость,случайные числа и их распределения, генерация случайных чисел на ЭВМ | Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0 | 4 0 | 0 |

| | | | | |
|-------------|--|------------------------|---|---|
| 9-16 | Второй раздел | 8 | 8 | 0 |
| 9 - 10 | Применение метода в физке Моделирование процессов взаимодействий ионизирующих излучений с веществом. Имитация и планирование эксперимента | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 11 - 16 | Метод Монте-Карло в задачах математики и математической физики (вычисление многократных интегралов, решение уравнений, поиск максимума (минимума) функции многих переменных, решение краевых задач) Метод Монте-Карло в задачах математики и математической физики (вычисление многократных интегралов, решение уравнений, поиск максимума (минимума) функции многих переменных, решение краевых задач для дифференциальных уравнений математической физики, геометрические вероятности) | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 4 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование |
|--------------------|----------------------------------|
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализация программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа;
- самостоятельная работа студентов;
- практические занятия – практическая работа по созданию компьютерной программы.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|--------------------|----------------------------|--|
| ПК-4.3 | З-ПК-4.3 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| | У-ПК-4.3 | З, Кл-8, БДЗ-16 |

| | | |
|------|----------|-----------------|
| | В-ПК-4.3 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| ПК-6 | З-ПК-6 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| | У-ПК-6 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| | В-ПК-6 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| ПК-7 | З-ПК-7 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| | У-ПК-7 | З, Кл-8, БДЗ-16 |
| | В-ПК-7 | З, Кл-8, БДЗ-16 |

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5 – «отлично» | A | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89 | | B | |
| 75-84 | | C | |
| 70-74 | 4 – «хорошо» | D | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| 65-69 | | | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| 60-64 | 3 – «удовлетворительно» | E | |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студентам рекомендуется исправно посещать занятия, внимательно слушать инструкции преподавателя к практическим и лабораторным занятиям и при необходимости задавать вопросы, стараясь добиться полного и ясного понимания материала. Требуется тщательно конспектировать новый материал в удобной и доступной для восприятия форме. Необходимо уделять время самостоятельной работе, изучению методических материалов и другой рекомендуемой литературы и при необходимости поиску дополнительных источников информации. Рекомендуется также повторить материал, в особенности по курсам Электричество и магнетизм, Оптика, Теория поля.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Преподавателю рекомендуется активно взаимодействовать со студентами, отвечать на разумные вопросы и обеспечить по возможности полное понимание излагаемого материала. При этом стоит учитывать предварительно приобретенные в бакалавриате знания и умения, при необходимости делать акцент на наименее знакомых большинству студентов темах курса. Особое внимание при изложении материала, во время проведения практических и лабораторных занятий следует уделять вопросом практического и приборного применения затрагиваемых физических процессов, с целью повышения мотивации студентов к его усвоению.

Автор(ы):

Савченко Александр Алексеевич