

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
\_\_\_\_\_ (В.П. Кривобоков)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Направление (специальность) ООП: 011200 ФИЗИКА

Профиль подготовки (специализация, программа)

Квалификация (степень): бакалавр

Базовый учебный план приема 2010 г.

Курс: 3. Семестр: весенний

Количество кредитов: 4

Пререквизиты: Информатика, Теория вероятностей и математическая статистика, Элементы компьютерной математики

Кореквизиты: Методы математического моделирования, Физика атомного ядра и элементарных частиц

Виды учебной деятельности и временной ресурс:

Лекции 36 час.

Лабораторные работы 36 час.

Аудиторные занятия 72 час.

Самостоятельная работа 72 час.

Итого 144 час.

Форма обучения: очная

Вид промежуточной аттестации: зачет

Обеспечивающее подразделение: кафедра общей физики ФТИ ТПУ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

И.П. Чернов

Руководитель ООП \_\_\_\_\_

И.П. Чернов

Преподаватель \_\_\_\_\_

В.А. Стародубцев

2010 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Ц2. Подготовка бакалавра к получению новой информации, к работе с пакетами готовых программ, моделированию физических явлений, к работе в междисциплинарных областях научных исследований.

Ц3. Подготовка выпускника к работе в интернациональной команде, организации творческого коллектива и его работы над проектом научных исследований

Ц4. Подготовка бакалавра, способного представить, обосновать и отстаивать результаты собственных исследований и выводов, осознавать ответственность за принятие профессиональных решений.

Ц6. Формирование социально-личностных качеств выпускников: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникабельности, толерантности, повышения общей культуры.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина относится к вариативной компоненте цикла Б.2 В.1.1 – математической и естественно-научной подготовки. Для её освоения требуются знания в объеме курсов пререквизитов: Информатики, Теории вероятностей и математической статистики, Элементов компьютерной математики.

Кореквизиты – Методы математического моделирования, Физика атомного ядра и элементарных частиц. Знание содержания дисциплины необходимо для освоения дисциплин Б.3 В.8.1

Экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния, Б.3 В.11.1 Взаимодействие излучений и плазмы с веществом, Б.3 В.1 Учебно-исследовательская работа студента.

## **3. Результаты освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен/будет:

*Знать:*

3.1.1 Новые направления в области образовательных и информационных технологий.

3.2.1 Основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации.

3.4.8 Структуру научного познания, его методы и формы, основные составляющие научного метода исследования и преобразования окружающего мира.

3. 8.1 Сущность и значение информации в развитии современного общества

3. 8.3 Элементы компьютерной математики и моделирования.

*уметь:*

У.1.1 Использовать современные образовательные и информационные технологии.

У. 2.5. Объективно оценивать свою работу и работу коллег.

У. 8.1. Представить результаты физического и модельного эксперимента.

*Владеть опытом:*

В.1.1 Анализа информационных источников, в т.ч. Интернет-ресурсов

В.2.1 Внутригруппового взаимодействия.

В.4.7 Владеть критерием научности, опытом разделения научного и ненаучного знания.

В.8.1 Использования современных информационных технологий в профессиональной области (базы, пакеты прикладных программ).

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

*1. Универсальные (общекультурные) – способность/готовность:*

- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);
- способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3);
- способностью следовать этическим и правовым нормам; толерантностью; способностью к социальной адаптации (ОК-8);
- способностью работать самостоятельно и в коллективе, руководить людьми и подчиняться (ОК-9);
- способностью овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);
- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников, применять математические модели для решения инженерных задач и интерпретировать физический смысл полученных результатов (ОК-16);
- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области информатики и современных информационных технологий, навыки использования программных средств и навыков работы в компьютерных сетях; умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернет, выбирать соответствующие формы и технологии самообразования и самообучения (ОК-17).

*2. Профессиональные – способность/готовность:*

- способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-5);
- способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-5);
- способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

##### **4.1. Аннотированное содержание дисциплины**

**Введение (2 ч.).** Взаимосвязь курса со смежными дисциплинами. Цели и задачи курса. Составляющие научного метода. Роль моделей в познании окружающего мира. Виртуальная реальность.

**Раздел 1. (6 ч.)** Физическая картина мира и структурно-элементный подход в моделировании систем, процессов и явлений.

Идея редукционизма и фрактальность природы. Основные физические модели как идеальные объекты. Детерминизм и случайность в физическом эксперименте, его отражение в математическом моделировании. Взаимосвязь эксперимента и теории. Прогностическая роль моделирования. Классификация моделей, роль и значение компьютерного эксперимента в физике. Общая структура компьютерной математической модели. Принцип декомпозиции в программировании.

**Раздел 2. (6 ч.)** Математическое моделирование эксперимента как решение физической задачи.

Физический смысл компьютерных и математических моделей. Формулировка и проверка гипотез. Необходимые и достаточные условия моделирования. Достоинства и ограничения вычислительных экспериментов. Калибровка и проверка адекватности моделей. Непрерывность и дискретность при моделировании. Оптимизация расчетных процедур. Численное интегрирование и решение систем уравнений с помощью специализированных программных средств.

**Раздел 3. (8 ч.)** Численный эксперимент в задачах механики, электричества и магнетизма.

Кинематические и динамические задачи преследования, частично упругого удара, движения в центральных и нецентральных силовых полях. Линейные и нелинейные системы. Бифуркации. Ангармоническое колебательное движение. Отображение процессов в фазовом пространстве. Визуализация траекторий движения материальной точки в поле тяготения, в магнитных полях и в сопряженных статических электрическом и магнитном полях. Визуализация распределений электрических полей систем точечных зарядов. Фокусирование и рассеяние заряженных частиц.

**Раздел 4. (8 ч.)** Компьютерное моделирование в квантовой оптике, молекулярной и атомной физике.

Визуализация распределений физических величин и постановка виртуального эксперимента на компьютерных моделях абсолютно черного тела, атома водорода, деления ядра урана. Рассмотрение волновых процессов в неподвижной и движущейся системах отсчета. Дискретные состояния распределенных элементов (динамика клеточных автоматов). Фрактальные множества. Детерминированный хаос.

**Раздел 5. (4 ч.)** Проблемы графического представления результатов математического моделирования и анимационные модели физических процессов.

Проблема интерфейса пользователя в компьютерном моделировании. Нормировка результатов эксперимента и изменяемые масштабы – преимущества и области применения методов. Качественные и количественные анимационные модели, их разработка с помощью типовых программных средств. Возможности MS Power Point для представления результатов лабораторных и компьютерных экспериментов.

**Заключение. (2 ч.)** Практические применения компьютерного моделирования в современной науке, технике и искусстве.

*4.2. Структура дисциплины  
по разделам и формам организации обучения*

| Название<br>раздела/темы                                                                               | Аудиторная работа (час) |                            |                  | СРС<br>(час) | Колл,<br>контр.<br>р. | Итого |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|--------------|-----------------------|-------|
|                                                                                                        | Лекц<br>ии              | Практ./<br>сем.<br>занятия | Лаб.<br>занятия. |              |                       |       |
| 1. Введение.                                                                                           | 2                       |                            |                  | 2            |                       | 4     |
| 2. Физическая картина мира и структурно-элементный подход в моделировании систем, процессов и явлений. | 6                       |                            |                  | 6            |                       | 12    |
| 2. Математическое моделирование эксперимента как решение физической задачи.                            | 6                       |                            | 8                | 14           |                       | 28    |
| 3. Численный эксперимент в задачах механики, электричества и магнетизма.                               | 8                       |                            | 8                | 16           | 2                     | 34    |
| 4. Компьютерное моделирование в квантовой оптике, молекулярной и атомной физике                        | 8                       |                            | 8                | 16           |                       | 32    |

|                                                                                                                              |    |  |    |    |   |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|----|---|-----|
| 5. Проблемы графического представления результатов математического моделирования и анимационные модели физических процессов. | 4  |  | 8  | 12 |   | 24  |
| 6. Заключение.                                                                                                               | 2  |  | 4  | 6  |   | 12  |
| Итого                                                                                                                        | 36 |  | 34 | 72 | 2 | 144 |

## 5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины используются формы организации обучения, приведенные в таблице.

### *Методы и формы организации обучения (ФОО)*

| ФОО                                | Лекц. | Лаб. раб. | Пр. зан/ сем., | Тр.*,<br>Мк** | СРС | К. пр. |
|------------------------------------|-------|-----------|----------------|---------------|-----|--------|
| Методы                             |       |           |                |               |     |        |
| IT-методы                          | +     | +         |                |               | +   |        |
| Работа в команде                   |       | +         |                |               | +   |        |
| Case-study                         |       |           |                |               |     |        |
| Игра                               |       |           |                |               |     |        |
| Методы проблемного обучения        | +     |           |                |               |     |        |
| Обучение на основе опыта           |       |           |                |               |     |        |
| Опережающая самостоятельная работа |       | +         |                |               | +   |        |
| Проектный метод                    |       | +         |                |               | +   |        |
| Поисковый метод                    |       |           |                |               |     |        |
| Исследовательский метод            |       | +         |                |               | +   |        |

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Текущая самостоятельная работа студентов планируется по следующим направлениям:

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам;

- работа с лекционным материалом, использование электронных источников (ресурсов Интернет и сайта преподавателя);
- подготовки к письменной контрольной работе, к защите результатов лабораторных работ, к зачету в конце семестра.

6.2. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Взаимосвязь эксперимента и теории.
2. Отображение процессов в фазовом пространстве.
3. Рассмотрение волновых процессов в неподвижной и движущейся системах отсчета.
4. Нормировка результатов эксперимента и изменяемые масштабы.

Приведенные темы используются для выбора творческой самостоятельной работы студентов (подготовка презентаций).

6.3. Контроль самостоятельной работы студентов при допуске к лабораторным работам, самоконтроль реализуется по контрольно-измерительным материалам, представленным на сайте преподавателя.

6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку производится по материалам по материалам персонального сайта преподавателя [http://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARODUBTSEV\\_V\\_A](http://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARODUBTSEV_V_A), ресурсов Интернет, ссылки на которые размещены на персональном сайте преподавателя. Подготовка к лабораторным работам ведется по изданному практикуму [2], доступному также в электронной форме с сайта преподавателя [http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/STARODUBTSEV\\_V\\_A/Tab3/ComputerModelir.pdf](http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/STARODUBTSEV_V_A/Tab3/ComputerModelir.pdf).

## **7. Средства текущей и семестровой оценки качества освоения дисциплины**

Оценка текущей успеваемости производится на лабораторных занятиях по результатам представленных отчетов, теоретическая подготовка проверяется при допуске к лабораторным работам. В середине семестра проводится письменная контрольная работа. Защита цикла выполненных работ с учетом результатов контрольной работы является основанием для семестровой аттестации в виде зачета.

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (приведен в приложении 1).**

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

занятия проводятся в компьютерном классе по авторскому практикуму компьютерного моделирования процессов движения.

Таблица обеспечения дана в приложении 2.

## 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

| №                                | Автор                           | Заглавие                                                                                                          |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основная литература</b>       |                                 |                                                                                                                   |
| 1                                | Королев А.Л.                    | Компьютерное моделирование. – М: Бином, 2010. – 230 с.                                                            |
| 2                                |                                 | Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 144 с.                   |
|                                  |                                 | Введение в математическое моделирование: Учебное пособие. /Под ред. Трусова П.В. – М.: Интеграция, 2000. – 336 с. |
| 3                                | Стародубцев В.А., Заусаева Н.Н. | Компьютерное моделирование процессов движения: Учебное пособие. – Томск: Изд.-во ТПУ, 2008. – 80 с.               |
| <b>Дополнительная литература</b> |                                 |                                                                                                                   |
| 4                                | Советов Б.Я., Яковлев С.А.      | Моделирование систем. – М.: Наука, 1998.                                                                          |
| 5                                | Хеерман Д.В.                    | Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. – М.: Наука, 1990. – 176 с.                             |

### Интернет-ресурсы

1. Стародубцев В.А. Компьютерные и мультимедийные технологии в естественнонаучном образовании. – <http://www.lib.tpu/fulltext/m/2003/m15.pdf>
2. Fractal Demo, Life\_Lab\_Conw, Bifurcation .  
[http://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARODUBTSEV\\_V\\_A/forums](http://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARODUBTSEV_V_A/forums)
3. Стародубцев В.А. Фракталы. – Видеофильм (25 мин).
4. Стародубцев В.А. Электронная физическая лаборатория. – Компакт-диск. – Томск: ИДО ТПУ, 2003.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 011200 ФИЗИКА.

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики Физико-технического института ТПУ (протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.).

Автор \_\_\_\_\_ В.А. Стародубцев

Рецензент \_\_\_\_\_ В.В. Ларионов