

Приложение № 35

к приказу

от 26.08.2022 № 51-н

ПРИНЯТО

на заседании кафедры

физики ФМШ СФУ

Протокол № 10

от «3» 06 2022 г.

ПРИНЯТО

на заседании

Ученого совета

ФМШ СФУ

Протокол № 5

от «8» 06 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор ФМШ СФУ

Е.А. Енгуразова

«26» _____ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ»
(2022-2023 гг.)**

Составитель:

Филимонов С.А., канд. тех. наук, старший научный сотрудник Лаборатории физико-химических технологий разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов, НИЧ СФУ, научный сотрудник Красноярского филиала ИТ СО РАН.

Красноярск 2022

Настоящая рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». В соответствии с учебным планом ФМШ СФУ элективный курс «Моделирование в науке и технике» изучается в 11 классе по выбору обучающихся в объеме 2 часов в неделю в течение года обучения, всего 68 часов.

Сформировать у обучающихся первоначальное представление о целях и методах теории моделирования, и о возможности применения этой теории к решению разнообразных прикладных задач.

Данный элективный курс адресуется тем, кто изучает технические дисциплины с использованием новых информационных технологий и компьютерного обучения. Это позволяет учащемуся осмыслить физические задачи как объекты или явления физической реальности, понять их как модели, построить эти модели, проанализировать методами машинного эксперимента с разработкой алгоритма и программы решения с использованием вычислительных средств.

Научно-технический прогресс и социальный заказ общества поставили определенные задачи современной системе общего образования:

1. Ознакомление с основами физической науки – с ее основными понятиями, законами, теориями;
2. Формирование в сознании обучающихся естественнонаучной картины окружающего нас мира;
3. Владение основными методами естественнонаучного исследования, формирование основ научного стиля мышления;
4. Формирование потребности обучающегося в непрерывном образовании с целью реализации стремления к всестороннему развитию своей личности.
5. Ориентация в информационном пространстве с выбором индивидуальной информационной сферы.

Компьютерная техника с ее возможностями позволяет учащимся моделировать различные ситуации, явления и процессы в природе, обществе, технике, требующие решения или объяснения. Одновременно развиваются межпредметные связи естественнонаучных дисциплин, позволяющие знакомить обучающихся с фундаментальными важнейшими физическими проблемами, экспериментальными задачами, а также процессами, протекающими в технических системах.

Компьютерное моделирование – это метод анализа реальных или ожидаемых физических процессов с помощью ЭВМ, когда процессы моделируются согласно данной последовательности физических механизмов. Компьютерная среда позволяет строить динамические модели, т. к. реагирует на действия пользователя подобно реакции реального объекта. Компьютерные модели обеспечивают большую гибкость при проведении эксперимента во время решения экспериментальных задач, позволяют замедлить или ускорить ход времени, сжать или растянуть пространство, дополнить модель графиком, таблицей, мультипликацией, повторить или изменить ситуацию. Компьютер позволяет в пределах, предусмотренных программой, управлять процессом, вводить в него случайные события, величины и факторы, моделировать творческие процессы, имитировать функции управления событиями и видеть (в соответствии с программой) последствия принимаемых решений, повторять ход решения, т. е. вновь проводить имитацию до получения верного результата. Моделирование персонифицирует личность обучающегося как исследователя.

Курс расширяет знания и умения обучающихся по таким учебным предметам, как «физика», «математика», «информатика». Он построен таким образом, что в нем рассматриваются классические модели, опирающиеся как на знания, полученные в школе, так и на новые знания, позволяет сформировать представление о том, что процессы,

происходящие в окружающем мире, имеют единую природу и описываются единым математическим аппаратом.

Цель курса: научить обучающихся:

- строить информационные модели объектов и процессов;
- разрабатывать компьютерные модели с использованием приложения для математических и инженерных расчетов (*SigmaFlow, Python, Multisim, ANSYS Fluent*);
- проводить компьютерный эксперимент, т.е. исследование компьютерных моделей;
- поводить анализ результатов исследований;
- формировать и развивать исследовательские навыки учащихся.

Задачи курса:

1. познакомить обучающихся с основными правилами разработки математических моделей, алгоритмов и методами их реализации на компьютере на примере реальных физических моделей;

2. сформировать у обучающихся представления о том, как строятся реальные компьютерные модели и какие трудности возникают при их построении;

3. познакомить обучающихся с приложениями для математических и инженерных расчетов для моделирования физических процессов на примере реализации типового задания;

4. научить обучающихся проводить виртуальные эксперименты с использованием компьютерных моделей и анализировать полученные результаты.

Предметные результаты

В результате освоения дисциплины обучающийся *должен знать*:

- основные классификации математических моделей;
- принципы моделирования, основные этапы и технологии построения моделей;
- возможности программных реализаций с помощью инструментальных средств, особенности проведения вычислительных экспериментов;
- технологию работы в приложениях для математических и инженерных расчетов.

должен уметь:

- самостоятельно осуществлять выбор методики решения и построения алгоритма решения той или иной задачи;
- выдвигать и проверять гипотезы;
- строить модели физических процессов в приложении для математических и инженерных расчетов *Mathcad*;
- проводить компьютерный эксперимент в приложении для математических и инженерных расчетов;
- планировать и проводить вычислительные эксперименты;
- давать полный анализ результатов решения и оценивать границы применимости выбранной модели.

должен владеть:

- знаниями о моделировании как о методе познания;
- методами использования специализированных математических пакетов (*Mathcad, Multisim, ANSYS Fluent*), интегрированных сред программирования

- для построения компьютерных моделей;
- основными методами анализа процесса моделирования и результатов моделирования;
 - основными методами оценки качества используемой модели, в том числе при решении задач, относящихся к предметам среднего общего образования;
 - навыками решения прикладных задач с помощью средств визуального моделирования;
 - выполнять формализацию описания исследуемой системы, необходимые математические преобразования ее модели, а также эффективно решать практические задачи моделирования процессов и явлений, анализировать характеристики проектируемых систем.

Личностные результаты

1) готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

2) навыки сотрудничества со сверстниками, взрослыми в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

3) осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.

Метапредметные результаты

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;

3) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

4) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников.

Содержание курса «Моделирование в науке и технике»

Раздел 1. Введение в моделирование – 16 часов

1. Моделирование, как метод познания, основные понятия, связанные с компьютерным моделированием.
2. Основные этапы моделирования: постановка задачи, формализация задачи, разработка модели, компьютерный эксперимент, анализ результатов моделирования.

3. Классификация моделей. Классификация математических моделей. Расчётные методы гидро-газодинамики и теплообмена.
4. Статистические модели. Динамические модели. Моделирование в условиях неопределенности. Имитационное моделирование.
5. Знакомство с проведением натуральных экспериментов задач гидрогазо динамики.
6. Анализ данных математического моделирования. От числа и графика к 3D пространству и виртуальной реальности.

Раздел 2. Моделирование физических процессов на языке Python – 4 часа

1. Описание математической модели движения материальной точки с точки зрения построения математической модели. Реализация математической модели движения материальной точки при помощи языка программирования Python.

Раздел 3. Моделирование задач внутренней гидродинамики – 6 часов

1. Моделирование течения в каверне.
2. Моделирование течения в гире.
3. Моделирование течения в тройнике.

Раздел 4. Моделирование задач внешней гидродинамики. – 4 часа

1. Моделирование обтекания цилиндра
2. Моделирование обтекания крылового профиля.

Раздел 5. Моделирование задач конвективного теплообмена. – 6 часа

1. Моделирование конвективного течения в замкнутой полости.
2. Моделирование естественной конвекции в городской среде.

Раздел 6. Индивидуальные и групповые расчетные исследования реальных объектов. – 28 часов

1. Выбор и обсуждения объектов исследования.
2. Проведение численного исследования выборного объекта. Адаптация численных моделей на основе натуральных данных и аналитических расчётов.
3. Подготовка отчёта о проделанной работе и презентаций для защиты проекта.

Раздел 7. Представление и защита результатов – 2 часа

Тематическое планирование

| № п/п | Тема | Количество часов |
|--------------|---|-------------------------|
| 1 | Введение в моделирование | 18 |
| | Моделирование, как метод познания, основные понятия, связанные с компьютерным моделированием. | 2 |
| | Основные этапы моделирования: постановка задачи, формализация задачи, разработка модели, компьютерный эксперимент, анализ результатов моделирования | 2 |
| | Классификация моделей. Классификация математических моделей. Расчётные методы гидро-газодинамики и теплообмена. | 2 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| | Статистические модели. Динамические модели. Моделирование в условиях неопределенности. Имитационное моделирование. | 2 |
| | Знакомство с проведением натуральных экспериментов задач гидрогазо динамики. | 4 |
| | Анализ данных математического моделирования. От числа и графика к 3D пространству и виртуальной реальности. | 4 |
| 2 | Моделирование физических процессов на языке Python | 4 |
| | Описание математической модели движения материальной точки с точки зрения построения математической модели. Реализация математической модели движения материальной точки при помощи языка программирования Python | 4 |
| 3 | Моделирование задач внутренней гидродинамики | 6 |
| | Моделирование течения в каверне. | 2 |
| | Моделирование течения в гире. | 2 |
| | Моделирование течения в тройнике. | 2 |
| 4 | Моделирование задач внешней гидродинамики | 4 |
| | Моделирование обтекания цилиндра | 2 |
| | Моделирование обтекания крылового профиля | 2 |
| 5 | Моделирование задач конвективного теплообмена | 6 |
| | Моделирование конвективного течения в замкнутой полости | 2 |
| | Моделирование естественной конвекции в городской среде. | 4 |
| 6 | Индивидуальные и групповые расчетные исследования реальных объектов. | 28 |
| | Выбор и обсуждения объектов исследования | 2 |
| | Проведение численного исследования выборного объекта. Адаптация численных моделей на основе натуральных данных и аналитических расчётов. | 22 |
| | Подготовка отчёта о проделанной работе и презентаций для защиты проекта | 4 |
| 7 | Представление и защита результатов | 2 |
| | Итого | 68 |

Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и лабораторных работ.

Для повышения наглядности лекционных занятий используются компьютерные мультимедийные презентации, подготовленные в программной среде Microsoft PowerPoint.

Для контроля усвоения разделов курса используются *тестовые технологии*.

При чтении лекций используется *технология проблемного обучения* (последовательное и целенаправленное выдвижение перед обучающимся познавательных задач, разрешая которые обучающиеся активно усваивают знания).

Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения обучающимися, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется *технология концентрированного обучения*.

Главную роль в элективном курсе играет лабораторный практикум, выполняемый на персональных компьютерах, задачей которого является непосредственное формирование необходимых умений и навыков путем работы обучающихся над поставленными преподавателем задачами. На занятиях лабораторного практикума для обучающихся составляется индивидуальный график выполнения лабораторных работ, т.е. применяется *технология модульного обучения*.

Выполнение лабораторных работ проводится в интерактивной форме: решение творческих заданий, индивидуальный и групповой поиск решений поставленных проблем, совместный с преподавателем анализ физических явлений.

Для контроля усвоения программного материала учитывается работа обучающихся на лекциях, после изучения очередного блока проводится компьютерное тестирование с рейтинговой формой оценивания, таким образом, используется *технология дифференцированного обучения*.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в проработке конспекта лекций, изучении рекомендованной литературы, выполнении домашних заданий, занятиях в компьютерном классе, подготовке к тестированию.

Формы контроля

Текущий контроль – устные ответы на занятии.

Итоговый контроль – выполнение индивидуального задания из списка примерных работ по компьютерному моделированию.

Примерные задания по компьютерному моделированию:

1. Моделирование упругого и неупругого взаимодействия шаров.
2. Моделирование колебаний: математического, пружинного маятников.
3. Моделирование колебаний струны.
4. Моделирование свободного падения тела без учета сопротивления среды.
5. Моделирование свободного падения тела с учетом сопротивления среды.
6. Моделирование перехода электрона с одной разрешенной орбиты в атоме водорода на другую. Рассмотреть различные серии. Учесть цветовые решения.
7. Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту без учета сопротивления среды (вычисление параметров полета, построение траектории полета).
8. Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту с учетом сопротивления среды (вычисление параметров полета, построение траектории полета).
9. Моделирование движения тела с переменной массой.
10. Моделирование движения тел с различными скоростями.
11. Моделирование движения космических аппаратов.
12. Моделирование движения планет Солнечной системы.
13. Имитационное моделирование броуновских траекторий.
14. Моделирование процесса движения кривошипно-шатунного механизма.
15. Моделирование явления фотоэффекта.

16. Моделирование цепной реакции ядерного взрыва.
17. Моделирование радиоактивного распада.
18. Имитация экспериментальной проверки опыта Резерфорда.
19. Моделирование силовых линий электрического поля.
20. Моделирование движения заряженных частиц в кулоновском поле.
21. Моделирование движения заряженных частиц в магнитном поле.
22. Моделирование движения электронов в ЭЛТ.
23. Моделирование магнитного поля соленоида.
24. Моделирование воздействия периодических сигналов на RC –электрические схемы.
25. Моделирование фигур Лиссажу.
26. Моделирование электрических параметров электрорадиоэлементов.
27. Моделирование электрической цепи постоянного тока.
28. Моделирование электрической цепи переменного тока.
29. Моделирование переходных процессов при замыкании размыкании электрической цепи.
30. Моделирование электрического пробоя.
31. Моделирование конвективного теплообмена в устройствах электронной техники.
32. Моделирование динамики изменения температуры тела в процессе нагрева и остывания.
33. Моделирование методом молекулярной динамики системы, состоящей из большого числа частиц.
34. Моделирование фазовых переходов методом молекулярной динамики.
35. Моделирование явлений интерференции и дифракции.
36. Моделирование работы физической модели персептрона Розенблатта.
37. Моделирование процесса обучения слоистых нейронных сетей.
38. Моделирование раскроя материалов.
39. Моделирование транспортных задач.
40. Моделирование оптимального распределения инвестиций.
41. Моделирование систем массового обслуживания.

Учебно-методические материалы по дисциплине

Основная литература

1. Булавин Л. А. Компьютерное моделирование физических систем: [учебное пособие: для студентов и аспирантов физических и физико-химических специальностей] / Л. А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. -Долгопрудный: Интеллект, 2011;
2. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э.Келлер и др.; под ред. П.В. Трусова. -М.: Логос, 2007. - 440 с.;
3. Сабанаев И. А. Компьютерное моделирование физических процессов: учебно-методическое пособие / И. А. Сабанаев, А. Н. Гайфутдинов, З. Ф. Сабанаева. -Нижекамск: Изд-во НМИ, 2008. - 39 с.;
4. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование: вводный курс: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич. - Москва: ЛИБРОКОМ, 2013. - 148 с.
5. Основы информатики и вычислительной техники. Каймин В. А., Щеголев А. Г., Ерохина Е. А., Федюшин Д. П. Проб. учеб. для 10-11 классов. 2-е изд., М., «Просвещение» 1990 г.

6. Информационные системы и модели. Элективный курс: Учебное пособие/ И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

7. Информационные системы и модели. Элективный курс: Практикум/ И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.

8. Mathcad 13: Самоучитель. Кирьянов Д.В. – СПб; БВХ-Петербург, 2006.

9. Mathcad 13. Серия: На примерах. Васильев А.Н. – СПб: БВХ-Петербург, 2006

Дополнительная литература:

1. Асанов, А.З. Введение в математическое моделирование динамических систем: учебное пособие / А. З. Асанов. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2008;

2. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике. Ч. 1: В 2-х ч.: перевод с английского / Х.Гулд, Я. Тобочник; Пер. с англ. А. Н. Полюдова, В. А. Панченко. -Москва: Мир, 1990. - 349 с.;

3. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике. Ч. 2: В 2-х ч.: перевод с английского / Х.Гулд, Я. Тобочник; Пер. с англ. А. Н. Полюдова, В. А. Панченко. -Москва: Мир, 1990. - 400 с.;

Интернет-ресурсы:

Образовательный математический сайт Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>