

Программа зимней Пуанкаре-школы. Версия 0.0

1 Общие замечания

Программа рассчитана на шесть учебных дней. Темы и расположение лекций выбраны так, чтобы синхронизировать разные предметы: чтобы на математике школьники прослушали то, что понадобится на физике, а на физике узнали о том, на что смогут посмотреть на информатике.

2 6-7 классы

Программа разделена, помимо предметных, на три смысловых блока по два дня на каждом. В первые два дня мы расскажем о том, что поиски закономерностей в окружающем мире начались с симметрии, затем поговорим о том, что в природе эта симметрия может реализовываться разными способами, и наконец, разберем один из примеров реализации этой симметрии в хорошо знакомых всем объектах.

2.1 Математика

1. История счета: рассказ об изобретении арифметики и о различных способах записи чисел (Египет, Вавилон, возможно, древнерусская, римская)
2. Позиционные системы записи чисел: рассказ о недостатках перечисленных систем, попытка произвести в них арифметические действия, переход к арабской как прорыв в арифметике.
3. Две лекции об орнаментах и плоской геометрии: арабы повлияли не только на арифметику! Коротенький рассказ об Эшере и орнаментах Альгамбры, затем — о возможности получать симметричное из несимметричного: построение орнаментов при помощи сдвигов и отражений.
4. Две лекции о многогранниках: от плоских фигур к пространственным. Рассмотрим, как можно сворачивать многогранники из бумаги, поглядим на правильные многогранники и изучим некоторые их свойства — например, эйлерову характеристику.

2.2 Физика

1. История астрономии: первая задача человека — заметить и описать периодические процессы, такие, как восход и закат солнца, фазы луны, годичное изменение положения звезд на небе. Как движутся звезды и планеты и зачем это нужно: земледелие, мореплавание и точный счет времени. Гномон как первый астрономический прибор
2. Оценки и размерности: а что делать со всем остальным миром? Качественные оценки как простой способ описания физических явлений. Понятие размерности: в чем измерять удава, в слонятах, в мартышках или в попугаях? Независимость физических явлений от выбранных

единиц измерения. Преобразование подобия. Самоподобие природных объектов: папоротники и снежинки.

3. Лекции о кристаллографии: Разница между веществом и материалом. из чего состоят все вещества? Почему они образуют геометрические формы? Какие кристаллы бывают в природе, как они образуются? Алмаз и графит как пример зависимости свойств вещества от его кристаллической структуры.

2.3 Информатика

1. История кибернетики: как научить машину считать? Короткий рассказ о механических счетных приборах: счеты, логарифмическая линейка. Рассказ о ламповых компьютерах и о понятии бита информации.
2. Системы счисления: как думает машина. Запись числа в двоичной форме, арифметические действия, дроби. Троичные ЭВМ. Фибоначчиева, фиеричная с/с. Отрицательные основания.
3. Фракталы: еще один способ получения симметричного из несимметричного. Снежинка Коха и другие простые фракталы. Компьютерное построение фракталов. Случайные фракталы и их реализация в природе.
4. 3D-моделирование многогранников и опыты с ними.

3 8-9 классы

Как и для 6-7 классов, лекции поделены на три блока по два дня, однако изложение следует по другому пути. Сначала мы рассказываем о науке как о попытке сбора и систематизации опытных данных, затем — о том, что в процессе этой систематизации естественным образом возникают некие математические структуры, и наконец о том, что найденные математические структуры могут найти себе применение в гораздо более широкой области, чем та, что послужила изначальной мотивацией к их нахождению.

3.1 Математика

1. Основы мат. статистики (сбор и обработка данных): собираем шишки или листья и сортируем по размеру, строим частотный график. Понятие о случайной величине, ее среднем значении и разбросе.
2. Функции и их графики: что будет, если листьев или шишек очень много? Функция как непрерывная кривая. Различные способы задания функций: можно по точкам, а можно алгебраическим выражением. Графики простейших функций — степенной, показательной.
3. Математическая статистика: понятие о распределении. Случайные величины и распределение Гаусса.
4. Две лекции по геометрии. Что такое геометрия (этимология)? Задача об измерении расстояний. Длина и угол как основные понятия геометрии, их связь. Число пи, его свойства. Сферическая геометрия.

3.2 Физика

1. Оценки. Понятие о порядках величин. Системы единиц физических величин и их размерности. Безразмерные комбинации.
2. Анализ размерностей: быстрый способ решения задач.
3. Кинематика: понятие о прямолинейном равномерном движении. Скорость. Ускорение. Равноускоренное движение. Графики зависимости координаты и скорости от времени.
4. Движение по окружности. Колебания как процессы с переменным ускорением и их связь с движением по окружности.
5. Две лекции о геометрической оптике. Экстремальные принципы как основа любой физической теории. Распространение, отражение и преломление света как следствия принципа Ферма. Опыт: криволинейная траектория луча света в среде с переменным показателем преломления, аналогия с механикой.

4 Информатика

1. Обработка данных.
2. Моделирование иглы Бюффона: получить число π бросанием иглы.
3. Экспонента из молекулярно-физической симуляции: показать, как появляется распределение Гаусса, барометрическое распределение.
4. Фазовый портрет реального маятника: как изучать физические процессы, если не можем решать уравнения явно.
5. Изучение закона Ципфа: любые данные подчиняются хоть каким-нибудь закономерностям!