ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ВОЙСКОВОЙ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИМЕНИ МАРШАЛА СОВЕТСКОГО СОЮЗА А.М. ВАСИЛЕВСКОГО

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Автор: доцент 14 кафедры (естественнонаучных дисциплин) Военной академии войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского ГП МО Клепиков Н.А.

Смоленск – 2014

Автор научной работы

 Клепиков Н.А.

«\_\_» сентября 2014 года

**1 Актуальность и проблематика научной работы**

В настоящее время при изучении различных дисциплин все более широко применяются персональные компьютеры, как в процессе обучения, так и текущего контроля. Применение компьютеров активизирует процесс изучения дисциплины, облегчает и ускоряет усвоение нового материала и контроль, что в итоге повышает качество обучения и углубляет знания обучающихся. При этом используются как стандартные программы, так и разрабатываемые на кафедре при изучении наиболее важных тем теоретического курса и материала практических и лабораторных занятий.

Для успешного применения компьютерных программ желательно создание специализированных классов и необходимо иметь программное обеспечение для наиболее важных разделов дисциплин.

Обучающие системы, созданные с использованием компьютерных технологий, относятся к специфическому виду технических средств обучения и призваны облегчить труд преподавателя и освободить его от трудоемкой работы.

Использование компьютеров связано с решением целого ряда задач развития физического образования. Автоматизированные обучающие системы могут применяться как дополнение и пояснение лекционного курса, для текущего контроля знаний на практических занятиях, а также для автоматизации проведения лабораторных работ.

Лабораторные занятия являются одной из ведущих форм работы. Главная цель лабораторной работы – экспериментально подтвердить теоретические положения изучаемые на дисциплине, обеспечить понимание обучаемыми основных закономерностей и форм их проявления, привить навыки экспериментальной деятельности.

Повышение творческого потенциала, профессиональных навыков осуществляется в полной мере только при практическом применении знаний. Лабораторный практикум способствует познанию обучающимися органического единства теории и практики, знакомит с направлениями развития экспериментальной науки, развивает интерес к научно−исследовательской и самостоятельной творческой работе.

Исследуя объекты окружающего мира, мы вынуждены как-то отображать результаты исследования для того, чтобы, с одной стороны, представить их и виде, удобном для анализа, а с другой для их хранения и передачи в пространстве или времени. Проектируя, создавая что-то новое, мы первоначально формируем некоторый образ этого нового. Управляя чем-либо, мы, как правило, пытаемся анализировать, к каким последствиям приведет управление. Перечисленные задачи требуют фиксации (представления) информации об объекте в виде некоторого образа (словесного, графического и т. п.).

В связи с этим в познавательной и практической деятельности человека большую, если не ведущую, роль играют модели и моделирование. Особенно незаменимо моделирование при работе со сложными объектами (в частности, экономическими). Все это делает моделирование важнейшим инструментом системного анализа.

Модель в широком понимании – это образ (в том числе условный или мысленный) какого-либо объекта или системы объектов, используемый при определенных условиях в качестве их «заместителя» или «представителя».

Модель – это упрощенное подобие объекта, которое воспроизводит интересующие нас свойства и характеристики объекта-оригинала или объекта проектирования.

Примеры. Моделью Земли служит глобус, а звездного неба – экран планетария. Чучело животного есть его модель, а фотография на паспорте или любой перечень паспортных данных - модель владельца паспорта.

Моделирование связано с выяснением или воспроизведением свойств какого-либо реального или создаваемого объекта, процесса или явления с помощью другого объекта, процесса или явления.

Моделирование – это построение, совершенствование, изучение и применение моделей реально существующих или проектируемых объектов (процессов и явлений).

Почему мы прибегаем к использованию моделей вместо попыток «прямого взаимодействия с реальным миром»? Можно назвать три основные причины.

Первая причина – сложность реальных объектов. Число факторов, которые относятся к решаемой проблеме, выходит за пределы человеческих возможностей. Поэтому одним из выходов (а часто единственным) в сложившейся ситуации является упрощение ситуации с помощью моделей, в результате чего уменьшается разнообразие этих факторов до уровня восприимчивости специалиста.

Вторая причина – необходимость проведения экспериментов. На практике встречается много ситуаций, когда экспериментальное исследование объектов ограничено высокой стоимостью или вовсе невозможно (опасно, вредно, ограниченность науки и техники на современном этапе).

Третья причина – необходимость прогнозирования. Важное достоинство моделей состоит в том, что они позволяют «заглянуть в будущее», дать прогноз развития ситуации и определить возможные последствия принимаемых решений.

Среди других причин можно назвать следующие:

исследуемый объект либо очень велик (модель Солнечной системы), либо очень мал (модель атома);

процесс протекает очень быстро (модель двигателя внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические модели);

исследование объекта может привести к его разрушению (модель самолета, автомобиля).

**Цели моделирования**

Человек в своей деятельности обычно вынужден решать две задачи – экспертную и конструктивную.

В экспертной задаче на основании имеющейся информации описывается прошлое, настоящее и предсказывается будущее. Суть конструктивной задачи заключается в том, чтобы создать нечто с заданными свойствами.

Для решения экспертных задач применяют так называемые описательные модели, а для решения конструктивных – нормативные.

**Описательное моделирование**

Описательные модели (дескриптивные, познавательные) предназначены для описания свойств или поведения реальных (существующих) объектов. Они являются формой представления знаний о действительности.

Примеры. План города, отчет о деятельности фирмы, психологическая характеристика личности.

Можно назвать следующие цели описательного моделирования в зависимости от решаемых задач:

изучение объекта (научные исследования) – наиболее полно и точно отразить свойства объекта;

управление – наиболее точно отразить свойства объекта в рабочем диапазоне изменения его параметров;

прогнозирование – построить модель, способную наиболее точно прогнозировать поведение объекта в будущем;

обучение – отразить в модели изучаемые свойства объекта. Построение описательной модели происходит по следующей схеме: наблюдение, кодирование, фиксация (рис. 1).



Рисунок 1 – Последовательность построения описательной модели

Модель объекта можно построить, только наблюдая за ним. То, что мы наблюдаем, необходимо закодировать либо с помощью слов, либо символов, в частности, математических, либо графических образов, либо в виде физических предметов, процессов или явлений. И наконец, закодированные результаты наблюдения надо зафиксировать в виде модели.

Отражение свойств объекта в модели не является полным в силу разных причин: особенностей восприятия, наличия и точности измерительных приборов, потребности и, наконец, психического состояния субъекта. Если обозначить полную информацию об объекте через *Io*, а воспринимаемую информацию – *Iв*, то отражение математически можно сформулировать следующим образом:  где *Iв ⊂ Io*, или в линейном приближении (рис. 2):



Рисунок 2 – Фильтрация информации об объекте

где *kс* – информационная проницаемость среды – свойство среды по передаче информации от объекта к субъекту (0 ≤ *kс* ≤ 1);

*kи* – коэффициент измерительной способности (вооруженности) субъекта – способность субъекта воспринимать (измерять) информацию (0<kи<1);

*kц* – целевая избирательность субъекта – связана с потребностью в конкретных свойствах объекта (0 < *kц* < 1);

*kп* – психологическая избирательность субъекта – связана с его психологическим состоянием (0 < *kп* ≤ 1).

Хотелось бы обратить внимание на субъективный характер моделей. Во все, что ни делает человек, в том числе и построение моделей, он вкладывает свою точку зрения. Это, в частности, может привести к тому, что мы принимаем свою точку зрения за единственную, а карту местности – за саму местность, которую она представляет. Существуют следующие субъективные факторы, влияющие на качество создаваемых моделей.

Избирательность. Модель строится на основании наблюдений за объектом, но человек замечает свойства объекта избирательно. На это влияют образование, мировоззрение, опыт, а также настроение, чувства, заботы и общее самочувствие. В результате формируется модель, не отвечающая целям моделирования.

Конструирование – обратный аналог избирательности: мы начинаем видеть то, чего нет. Мы заполняем пробелы в информации о мире, чтобы он приобрел некий смысл и предстал перед нами в том виде, каким, по нашему мнению, он должен быть. Длительная эволюция воспитала нас дополнять увиденные фрагменты до полного образа: если мы видим из-за дерева голову волка, то мысленно дорисовываем его туловище и хвост. Поэтому когда при исследовании объекта мы получаем неполную информацию о нем, то невольно заполняем информационные «пробелы», исходя из своего опыта. В результате можем получить модель, не адекватную объекту.

Искажение проявляется в том, что мы строим модели окружающего мира, выделяя одни его составляющие за счет замалчивания других. В частности, искажение лежит в основе творческих способностей (поэта, художника, композитора) и некоторых болезней, например паранойи.

Пользуясь обобщением, мы создаем мысленные модели, взяв за основу один случай и обобщив его на все возможные случаи. Обобщение является основой статистических выводов, но при условии так называемой репрезентативной (представительной) выборки ситуаций. Опасность обобщения состоит в том, что, взяв какую-либо ситуацию, человек расценивает ее как типичную и распространяет извлеченные из нее выводы на все сходные, по его мнению, ситуации (что, в частности, и является основой суеверия).

Таким образом, не все свойства объекта нам доступны из-за свойств окружающей среды, а из доступных не все мы можем измерить или оценить. Из тех, что можем измерить, не все нам необходимы. Из необходимых свойств мы не все из них адекватно воспринимаем из-за психического состояния (невнимательности, субъективного предпочтения, страха и т. п.).

На основании воспринимаемой информации об объекте и формируется его образ, называемый моделью.

В заключение хотелось бы заметить, что для моделирования свойственны некоторые парадоксы. Поскольку к моделированию мы прибегаем из-за сложности изучаемого объекта, то модель заведомо проще оригинала. Целевая избирательность отсекает несущественные, на наш взгляд, качества объекта. Однако в процессе исследования никогда нет 100%-ной уверенности в том, что несущественные качества действительно являются несущественными с точки зрения конкретной исследовательской задачи, поэтому есть угроза «с водой выплеснуть ребенка».

Другой парадокс, который можно назвать парадоксом «одноразовой посуды», связан с тем, что каждая модель создается под определенную исследовательскую задачу и не всегда применима к решению других, какой бы привлекательной модель ни была. Распространенный в науке перенос моделей с одной задачи на другую далеко не всегда оправдан и обоснован.

Выше была рассмотрена классификация моделей по целевому назначению. Кроме того, познавательные и прагматические модели можно классифицировать по характеру выполняемых функций, форме, зависимости объекта моделирования от времени.

**Функциональное назначение моделей**

Можно выделить следующие функции, выполняемые моделями:

исследовательская – применяется в научном познании;

практическая – применяется в практической деятельности (проектировании, управлении и т. п.);

тренинговая – используется для тренировки практических умений и навыков специалистов в различных областях;

обучения – для формирования у обучаемых знаний, умений и навыков.

**Формы представления моделей**

Модели по форме бывают:

физические – материальные объекты, имеющие сходство с оригиналом (модель самолета, которая исследуется в аэродинамической трубе; модель плотины);

словесные (вербальные) – словесное описание чего-либо (внешность человека, принцип работы устройства, структура предприятия);

графические – описание в виде графических изображений (схемы, карты, графики, диаграммы);

знаковые – описание в виде символов и знаков (дорожные знаки, условные обозначения на схемах, математические соотношения). Разновидностью знаковых моделей являются математические модели.

Математическая модель (или математическое описание) – это система математических соотношений, описывающих изучаемый процесс или явление.

Примеры математических моделей: X > 5; U = IR; 34y+5x=0.

Следует обратить внимание на то, что естественные языки, на которых говорят различные народы, являются своеобразными моделями мира. Язык не только обозначает объекты, воспринимаемые, представляемые или мыслимые, но он организует наше восприятие, наши представления и наше понимание мира. Говоря об объектах, процессах, явлениях мира (внешнего или внутреннего, реального или воображаемого, воспринимаемого или мыслимого), мы пропускаем его через «сита» языка. Организующая роль языка сразу становится явной, когда обнаруживается, что разные языки по-разному организуют вселенную и, соответственно, ее восприятие, представление и понимание.

Язык отражает в своей структуре определенные действительные свойства и отношения реальности. Он устроен так, как устроен реальный мир. Но мир бесконечно богаче любой своей ограниченной модели, в том числе и языка. Структура действительности имеет многие всеобщие свойства и отношения. Язык отражает в своих лингвистических значениях только некоторые из этих свойств и отношений. И человек волей-неволей начинает воспринимать и представлять реальность преимущественно в рамках этих категорий.

Язык конкретной предметной области (ее тезаурус) также является моделью этой предметной области. Исследование этого языка стало частью системных исследований, что нашло свое воплощение в онтологическом анализе.

**Виды моделирования**

Моделирование широко распространено, поэтому достаточно полная классификация возможных видов моделирования крайне затруднительна хотя бы в силу многозначности понятия «модель», широко используемого не только в науке и технике, но и, например, в искусстве. Применительно к естественно-техническим, социально-экономическим и другим наукам принято различать следующие виды моделирования:

концептуальное моделирование, при котором с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языков истолковывается основная мысль (концепция) относительно исследуемого объекта;

интуитивное моделирование, которое сводится к мысленному эксперименту на основе практического опыта работников (широко применяется в экономике);

физическое моделирование, при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений;

функциональное моделирование, при котором моделями являются схемы, (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;

математическое (логико-математическое) моделирование, при котором моделирование, включая построение модели, осуществляется средствами математики и логики;

имитационное (программное) моделирование, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера.

Перечисленные выше виды моделирования не являются взаимоисключающими и могут применяться при исследовании сложных объектов либо одновременно, либо в некоторой комбинации. Отдельно следует сказать о компьютерном моделировании, являющемся развитием имитационного моделирования.

Одной из уникальнейших возможностей электронной техники является компьютерное моделирование физических процессов. При этом программу, имитирующую физический эксперимент, следует рассматривать как часть целого комплекса тесно взаимодействующих друг с другом обучающих программ.

Компьютерная обучающая система должна быть организована таким образом, чтобы при необходимости имелась возможность встраивать звук и видео. Видео изображение просто незаменимо при изучении физических явлений. Звук используется в тех случаях, когда звуковое восприятие материала необходимо для полного понимания происходящих процессов, для полного точного восприятия опыта. Современные технические средства позволяют создать зрелищные учебные пособия в виде компьютерной анимации, видеосюжетов и даже игр (в обучающем контексте, конечно).

Проведение эксперимента – основной этап, на котором компьютерная обучающая система может быть использована в качестве модели и вычислителя. Иногда химические, физические, биологические эксперименты проводятся с приборами и веществами, требующими достаточного навыка работы с ними. Во всех случаях весьма полезным может быть предварительное получение обучающимися некоторых умений и навыков без реальных объектов. При этом можно провести необходимые расчеты, выбрать требуемые режимы работы установок и т.п. Одновременно система, анализируя работу обучающихся, предоставляет ему некоторые дополнительные возможности для контроля своей деятельности, например графическое представление хода эксперимента или таблицы.

В другом варианте компьютерная обучающая система может быть использована как средство управления и обработки данных с отображением информации о ходе опыта.

Компьютер оснащен средствами визуализации результатов, т.е. дает возможность представить решение задачи в наглядной динамичной форме (на графическом дисплее), наблюдать его зависимость от параметров. Все это позволяет приблизить численный эксперимент к естественному опыту. Работа с такой моделью интересна и учит обучающихся «чувствовать» характер важнейших уравнений физики, развивает интуицию.

В качестве одного из примеров можно привести проблему многих тел в механике. Уравнения движения и зависимость сил от координат и скоростей известны для широкого класса объектов, но полное аналитическое решение получено лишь для задачи двух тел. Моделирование на компьютере является эффективным средством анализа ансамблей таких взаимодействующих частиц, как ионы в плазме, нуклоны в ядре или звезды в Галактике. Существенно, что численный эксперимент позволяет предсказать ранее не наблюдавшиеся эффекты и исследовать системы, недоступные для натурного эксперимента. Таким образом, использование вычислительной техники позволяет получить следствия, содержащиеся в теоретических положениях, сопоставлять их с результатами опыта и корректировать исходную модель.

Другим важным направлением применения компьютера является предварительное моделирование сложных натурных экспериментов. Цель таких исследований − оптимизация параметров будущей экспериментальной установки, выбор режимов ее работы, предварительная оценка ожидаемых эффектов.

Целесообразно моделировать такие задачи динамики материальной точки, как движение тела переменной массы в поле тяготения, движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях, в том числе с учетом релятивистских эффектов. Эти задачи сравнительно просты для программирования, так как приводят к системам обыкновенных дифференциальных уравнений. Соответствующие алгоритмы не требуют больших затрат машинного времени. Решение, которым является закон движения, удобно представить в виде графика. Целый ряд интересных задач может быть поставлен для иллюстрации колебательных процессов в системе с одной степенью свободы. При изучении колебаний распределенных систем можно вычислять собственные частоты стержней и струн при различных условиях закрепления. Эти задачи приводят к трансцендентным уравнениям, для решения которых существуют простые алгоритмы.

В процессе освоения молекулярной физики и термодинамики можно воспользоваться численным экспериментом для моделирования статистических закономерностей, движения броуновских частиц и т.д. большую помощь компьютер может оказать при анализе уравнений теплопроводности и диффузии. Моделирование процессов переноса требует применения конечно−разностных методов и может быть реализовано на компьютере.

Широкий круг задач возникает при изучении электричества и магнетизма. Прежде всего, это задачи электро- и магнитостатики, т.е. вычисление полей по заданному распределению зарядов или токов. С точки зрения вычислителя, они сводятся к расчету интегралов или решению уравнения Лапласа с граничными условиями. Можно моделировать работу простейших электронных приборов, например плоского магнетрона, изучать переходные процессы в цепях переменного тока. Несомненный интерес представляет анализ колебаний в автогенераторах, в частности выход на предельный цикл и зависимость амплитуды, установившейся в системе, от параметров.

В курсе оптики следует моделировать задачи теории дифракции, проводить пространственный и временной Фурье-анализ. Сравнительно просто можно поставить задачу о распространении импульсов произвольной формы в средах с различными законами дисперсии. Такой эксперимент позволяет глубже понять смысл групповой и фазовой скоростей и их соотношение. Удобны для численного моделирования уравнения, описывающие динамику населенностей уровней в квантовых генераторах, ряд явлений нелинейной оптики: генерацию гармоник, вынужденное рассеяние, самофокусировку.

Проектирование эксперимента содержит в числе прочих следующие три составляющие: проектирование экспериментальной установки, разработка плана проведения эксперимента и создание его математического обеспечения.

Существуют две группы задач, решаемых с помощью математического моделирования. Первая − это замена реального физического эксперимента математическим (вычислительным) экспериментом и вторая − задача контроля и оценки качества проектных решений. Разумеется, не всякий физический эксперимент можно заменить математическим. Это нельзя сделать, когда цель эксперимента состоит в исследовании еще не известных законов природы. Наоборот, если изучаемое явление полностью описывается известными законами природы (движение плазмы в магнитном поле, выведение спутника на орбиту и т.д.), математический эксперимент может заменить физический или резко сократить объем данных, определяющихся с помощью физического эксперимента. Такое применение математического моделирования может дать огромную экономию средств и значительное сокращение сроков исследования.

Математическое моделирование для контроля и оценки проектных решений, создаваемых экспериментальных методик не только существенно улучшает качество проектных решений, но и резко сокращает стоимость создания экспериментальных установок и проведения с их помощью научных исследований.

Экспериментальная установка многократно воспроизводит некоторый процесс (например, рассеяние ускоренных частиц на мишени), а ее регистрирующая аппаратура измеряет некоторые физические характеристики процесса (например, число частиц, рассеявшихся внутри данного телесного угла). Экспериментатор имеет возможность управлять ходом эксперимента, задавая значения некоторых параметров, характеризующих условия эксперимента. В качестве примера можно указать на такие параметры, как энергия частицы до столкновения с мишенью или сферические углы, определяющие расположение счетчиков продуктов изучаемой реакции. Эти параметры называются управляемыми. В результате проведения эксперимента получается набор данных, по которым требуется вычислить значения физических величин, для определения которых ставится эксперимент.

Разумеется, цель эксперимента включает и необходимую степень точности, с которой надлежит определить параметры, и эта точность должна быть обеспечена конструкцией экспериментальной установки и алгоритмом обработки экспериментальных данных.

Как уже было отмечено, специфическими требованиями обучающих программ по физике являются необходимость использования сложных по конструкции формул, рисунков, графиков и необходимость моделирования физических процессов с целью имитации реального исполнения лабораторных работ. С точки зрения программной реализации этих требований очень удобна система объектно-ориентированного программирования Borland C++ Builder, MathCAD. Они обеспечивает высокую скорость визуальной разработки, продуктивность повторно используемых компонент в сочетании с мощью языковых средств C++.

Преподавателями кафедры и курсантами Военной академии проведено исследование и математическое моделирование физических процессов происходящих при свободных электромагнитных колебаниях. Разработана модель АЧХ многоточечной цели в квазиоптической области отражения радиоволн, модель интерференционных явлений обратного вторичного излучения при повороте многоточечной цели в квазиоптической области отражения радиоволн, моделирование волнового пакета, расчет распределения потенциала электрического поля и построение эквипотенциальных линий и поверхности  в пакете MathCAD.

**Моделирование волнового пакета в MathCAD**

Физика дает нам понимание того, что нас окружает, позволяет понять процессы и законы, происходящие в природе. Она также может помочь при изучении специальных дисциплин, таких как основы теории цепей, электродинамика и распространение радиоволн, электроника, радиотехнические цепи и сигналы, устройства СВЧ и антенны и т.д., а также в профессиональной деятельности. Квантовая механика является основой современной физики. Большинство открытий в современной физике были предсказаны и описываются на основе квантовой механики.

Большинство задач квантовой механики носят абстрактный характер, что вызывает определенные трудности в понимании их физического смысла. Во многом решить эти проблемы помогает компьютерное моделирование.

Рассмотрим моделирование волнового пакета в программе MathCAD.

Волновой пакет волн любой природы – это суперпозиция плоских волн с непрерывно меняющимся волновым числом  в пределах некоторого интервала .

.

Рассмотрим суперпозицию двух плоских волн  и . Циклические частоты , и волновые числа ,  отличаются от  и .

Зададим величины ,  и :

  

 

 

 



На рисунке 3 изображены графики двух волн, их сумма, а также функция  в момент времени , который можно задавать. Кроме того, для сравнения приведен график первой волны в момент времени .



Задаем момент времени

 



Рисунок 3 – Сложение двух плоских волн

Аналогично можно получить суперпозицию трех волн. Для этого необходимо добавить к двум предыдущим волну .





На рисунке 4 изображены графики трех волн, их сумма, а также функция  в момент времени , который можно задавать.



Задаем момент времени

 



Рисунок 4 – Сложение трех плоских волн

Аналогично для группы волн, волновые векторы которых принадлежат интервалу  и делят  на  частей.

Задаем половину интервала волновых чисел и число его разбиений:

 













На рисунке 5 изображены графики суммы , а также функция  в момент времени , который можно задавать.

Задаем момент времени

 



Рисунок 5 – Сложение  плоских волн

**Расчет распределения потенциала электрического поля и построение эквипотенциальных линий и поверхности в MathCAD**

Электростатическое поле точечного заряда  – центральное и потому потенциальное.

Потенциал электрического поля, создаваемого зарядами  с координатами ,  в точке  равен:



Рассмотрим расчет распределения потенциала электрического поля и построение эквипотенциальных линий и поверхности  на примере двух точечных электрических зарядов ,  с координатами  и . Заряды положительные, поэтому по мере приближения к каждому из них потенциал возрастает.

Программа

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |

Величину, знак и координаты зарядов можно изменять, получая различные значения потенциала электрического поля. А также получая различные изображения эквипотенциальных линий и графиков поверхности.

Изображение эквипотенциальных линий двух точечных положительных зарядов ,  с координатами  и .



Рисунок 5 – Эквипотенциальные линии двух точечных положительных зарядов

График эквипотенциальной поверхности двух точечных положительных зарядов ,  с координатами  и .

Рисунок 6 – Эквипотенциальные поверхности двух точечных положительных зарядов

Изображение эквипотенциальных линий двух точечных зарядов разного знака ,  с координатами  и .



Рисунок 7 – Эквипотенциальные линии двух точечных разноименных зарядов

График эквипотенциальной поверхности двух точечных двух точечных зарядов разного знака ,  с координатами  и .



Рисунок 8 – Эквипотенциальные поверхности двух точечных разноименных зарядов

**2 Цели научной работы**

Повышение качества образовательного процесса за счет осмысления обучающимися основных физических законов, их логических и причинно−следственных связей; помочь уяснить взаимосвязь различных физических характеристик, установить соответствие между натурным поведением объекта, аналитическими зависимостями и их графическим отображением при помощи математического моделирования.

**3 Задачи научной работы**

Для достижения целей работы потребовалось решить следующий ряд задач:

определить цели моделирования;

провести классификацию моделей;

определить целесообразность применения математического моделирования в различных разделах физики;

создание математических моделей в программе MathCAD с целью их использования на занятиях по дисциплине физика.

**4 Научная новизна**

Научную новизну работы составляют:

модель волнового пакета в MathCAD, который может помочь при изучении специальных дисциплин, таких как основы теории цепей, электродинамика и распространение радиоволн, электроника, радиотехнические цепи и сигналы, устройства СВЧ и антенны и т.д., а также в профессиональной деятельности;

модель эквипотенциальных линий и поверхностей в MathCAD.

**5 Материалы и методы исследования**

Решение поставленных научных задач достигалось на основе системного подхода с использованием методов математического моделирования.

В ходе написания научной работы была изучена литература по компьютерному моделированию физических явлений. Математический аппарат, который использовался, отбирался с учетом специфики построения математических и компьютерных моделей.

Методологической основой научной работы является теория компьютерного и математического моделирования. Результаты моделирования получены с помощью программного пакета Mathcad 14. Проверка возможности применения компьютерных моделей в образовательном процессе выполнена путем апробации на лекционных и практических занятиях.

**6 Результаты, теоретическая и практическая значимость научной работы**

В настоящей работе получены следующие новые научные результаты:

1. Предложены модели, которые можно реализовать в системе Mathcad.

2. Описанные в работе модели реализованы в учебном процессе Военной академии.

3. Решена задача целесообразности использования компьютерных моделей физических процессов на занятиях по дисциплине физика.

4. Разработан ряд лабораторных работ по различным разделам физики, в которых пользователь получает модель системы готовой и имеет возможность лишь произвольно задавать начальные условия и управлять всеми параметрами модели в ходе численного эксперимента.

Практическое значение результатов работы заключается: в обоснованных предложениях по реализации применения компьютерного моделирования в учебном процессе.