



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮрГГПУ»)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ

Изучение имитационного моделирования на элективных занятиях в школе

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность программы бакалавриата

«Информатика. Математика»

Проверка на объем заимствований:

50,9 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована / не рекомендована

«02» июне 2017 г.

и.о. зав. кафедрой И, ИТ и МОИ

[подпись] Рузаков А.А.

Выполнил:

Студент группы ЗФ-513-111-5-1

Ковалев Максим Александрович

Научный руководитель:

канд. пед. наук, доцент

[подпись]
Поднебесова Галина Борисовна



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ**

**ИЗУЧЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭЛЕКТИВНЫХ
ЗАНЯТИЯХ В ШКОЛЕ**

**Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

**Направленность программы бакалавриата
«Информатика. Математика»**

Проверка на объем заимствований:
_____ % авторского текста

Работа _____ к защите
рекомендована/не рекомендована

« ___ » _____ 20__ г.
и.о. зав. кафедрой И, ИТ и МОИ

_____ Рузаков А.А.

Выполнил:
Студент группы ЗФ-591
Ковалев М.А.

Научный руководитель:
канд. пед. наук, доцент

_____ Поднебесова Галина Борисовна

**Челябинск
2017**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	6
1.1. ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ.....	
ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
1.2. ЯЗЫКИ, СИСТЕМЫ И РАЗНОВИДНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ	17
ВЫВОД ПО ГЛАВЕ 1.....	35
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» В ШКОЛЕ	37
2.1. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ».....	37
2.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ WEB- РЕСУРСА ДЛЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА.....	51
ВЫВОД ПО ГЛАВЕ 2.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	57
ПРИЛОЖЕНИЕ	59

Введение

В последнее время в обучении происходит перестройка практики и методов работы, все чаще в школах используется имитационное моделирование, как один из действенных методов обучения. В обучении используются электронные учебники, тестирующие программы и деловые игры.

Многообразные формы и методы активного обучения интенсивно развиваются в настоящее время. Активизация учебного процесса необходима для поиска таких форм работы, которые бы способствовали наилучшему усвоению нового материала обучающимися. Развитие современных технологий позволяет уже со школьной скамьи знакомить учеников с различными областями знаний.

Имитационное моделирование находит применение как в естественных науках, так и в общественных. Гораздо нагляднее и проще с помощью компьютерного имитационного моделирования построить кривую безубыточности по экономике, график популяции по биологии или создать тестирующую программу по психологии [8].

Имитационное моделирование довольно плотно входит во многие научные области. Неспроста все чаще и чаще встречается термин «Информатизация образования». В связи с этим учащимся необходимо знать, как моделируется та или иная жизненная ситуация, как создаются электронные учебники и тестирующие программы, и как самостоятельно, используя знания данного курса, можно получить модель явления или объекта.

Актуальностью представленной темы является то, что имитационное моделирование при исследовании сложных систем дает возможность исследовать особенности функционирования систем в любых условиях.

Имитационное моделирование с применением компьютера существенно сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натурным экспериментом. Имитационная модель позволяет включать результаты натуральных испытаний реальной системы или ее частей для проведения дальнейших

исследований; а также обладает известной гибкостью варьирования структуры, алгоритмов и параметров моделируемой системы, что важно с точки зрения поиска оптимального варианта системы [13].

Цель: изучить основные положения имитационного моделирования и разработать элективный курс для учащихся информационно-технологического профиля.

Объект исследования: имитационное моделирование.

Предмет исследования: процесс обучения имитационному моделированию на элективных занятиях в школе.

Гипотеза исследования: если процесс обучения моделированию будет основываться на самостоятельной разработке моделей (в среде программирования или в системе моделирования), то это будет способствовать лучшему усвоению материала.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть принципы системного подхода в моделировании систем;
2. Изучить языки, системы и разновидности моделирования;
3. Разработать и адаптировать школьный элективный курс «Имитационное моделирование»;
4. Разработать web-ресурс для использования на элективных занятиях в профильных классах;
5. Разработать методические рекомендации по курсу «Имитационное моделирование»;
6. Провести апробацию разработанного элективного курса.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования заключается:

- В теоретическом обосновании целесообразности включения в образовательный процесс школы элективного курса «Имитационное моделирование»;
- В разработке учебно-методических материалов, в том числе, в электронном виде.

Практическая значимость исследования заключается в отборе теоретического материала, направленного на формирование познавательных универсальных учебных действий при изучении темы «Имитационное моделирование» в классах информационно-технологического профиля.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Объектом (от лат. *objectio* – предмет) называется все то, на что направлена человеческая деятельность. Разработка методологии направлена на упорядочение получения и обработки информации об объектах, которые существуют вне нашего сознания и взаимодействуют между собой и внешней средой [9].

Гипотеза – определенное предположение, в основе которого лежат опытные данные, наоблюдения и догадки. В научном исследовании гипотеза имеет очень большую роль. Основная цель поставленных экспериментов это проверка гипотез. Большую роль в методе проверки гипотез и их постановке, имеет аналогия.

В общем виде моделирование можно определить как метод опосредованного познания, при котором изучаемый объект-оригинал находится в некотором соответствии с другим объектом-моделью, причем модель способна в том или ином отношении замещать оригинал на некоторых стадиях познавательного процесса. Стадии познания, на которых происходит такая замена, а также формы соответствия модели и оригинала могут быть различными [12]:

- 1) моделирование как познавательный процесс, содержащий переработанную информацию, поступающую из внешней среды, о происходящих в ней явлениях, в результате чего в сознании появляются образы, соответствующие объектам [12];
- 2) моделирование, заключающееся в построении некоторой системы-модели (второй системы), связанной определенными соотношениями подобия с системой-оригиналом (первой системой), причем в этом случае отображение одной системы в другую является средством выявления зависимостей между двумя системами, отраженными в

соотношения подобия, а не результатом непосредственного изучения поступающей информации [12].

Процесс моделирования начинается с выбора предмета исследования и выбора свойств исходного объекта, отражающих существенные для моделирования характеристики. Это достаточно сложно, т.к. даже такие фундаментальные понятия, как система, модель и моделирование в различной литературе определяются по-разному.

Подобная неоднозначность отражает зависимость предмета моделирования и от рассматриваемого объекта, так и от целей исследователя.

Отличительной особенностью моделирования сложных систем является его многофункциональность и многообразие способов использования, оно становится неотъемлемой частью всего жизненного цикла системы. Объясняется это в первую очередь технологичностью моделей, реализованных на базе средств вычислительной техники: достаточно высокой скоростью получения результатов моделирования и их сравнительно невысокой себестоимостью [12].

1.1. Принципы системного подхода в моделировании систем

В настоящее время при анализе и синтезе сложных систем получил развитие системный подход, который отличается от классического индуктивного подхода. Последний рассматривает систему путем перехода от частного к общему и конструирует систему путем слияния ее компонентов, разрабатываемых отдельно. В отличие от этого системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды [12].

Объект моделирования. Специалисты по проектированию и эксплуатации сложных систем имеют дело с системами управления различных уровней, обладающими общим свойством — стремлением достичь некоторой цели. Эту особенность учтем в следующих определениях системы. Система — целенаправленное множество взаимосвязанных элементов любой природы.

Внешняя среда — множество существующих вне системы элементов любой природы, оказывающих влияние на систему или находящихся под ее воздействием [12].

В зависимости от цели исследования могут рассматриваться разные соотношения между самим объектом и внешней средой. Таким образом, в зависимости от уровня, на котором находится наблюдатель, объект исследования может выделяться по-разному, и могут иметь место различные взаимодействия этого объекта с внешней средой [12].

С развитием науки и техники сам объект непрерывно усложняется, и уже сейчас часто рассматривают объект исследования как некоторую сложную систему, которая состоит из различных компонентов, взаимосвязанных друг с другом. Поэтому, рассматривая системный подход как основу для построения больших систем и как базу создания методики их анализа и конструирования, прежде всего, необходимо определить сами понятия классического и системного подходов [12].

Классический подход к изучению объекта и моделированию системы исторически сложился первым. Такой подход может быть использован при создании достаточно простых моделей. Процесс синтеза модели **М** на основе индуктивного(классического) подхода представлен на рис. 1.

Реальный объект, подлежащий моделированию, разбивается на отдельные подсистемы, т. е. выбираются исходные данные **Д** для подходов моделирования и ставятся цели **Ц**, отображающие отдельные стороны процесса моделирования. По отдельной совокупности исходных данных **Д** ставится цель моделирования отдельной стороны функционирования системы, на базе этой цели формируется некоторая компонента **К** будущей модели. Совокупность компонент объединяется в модель **М**.

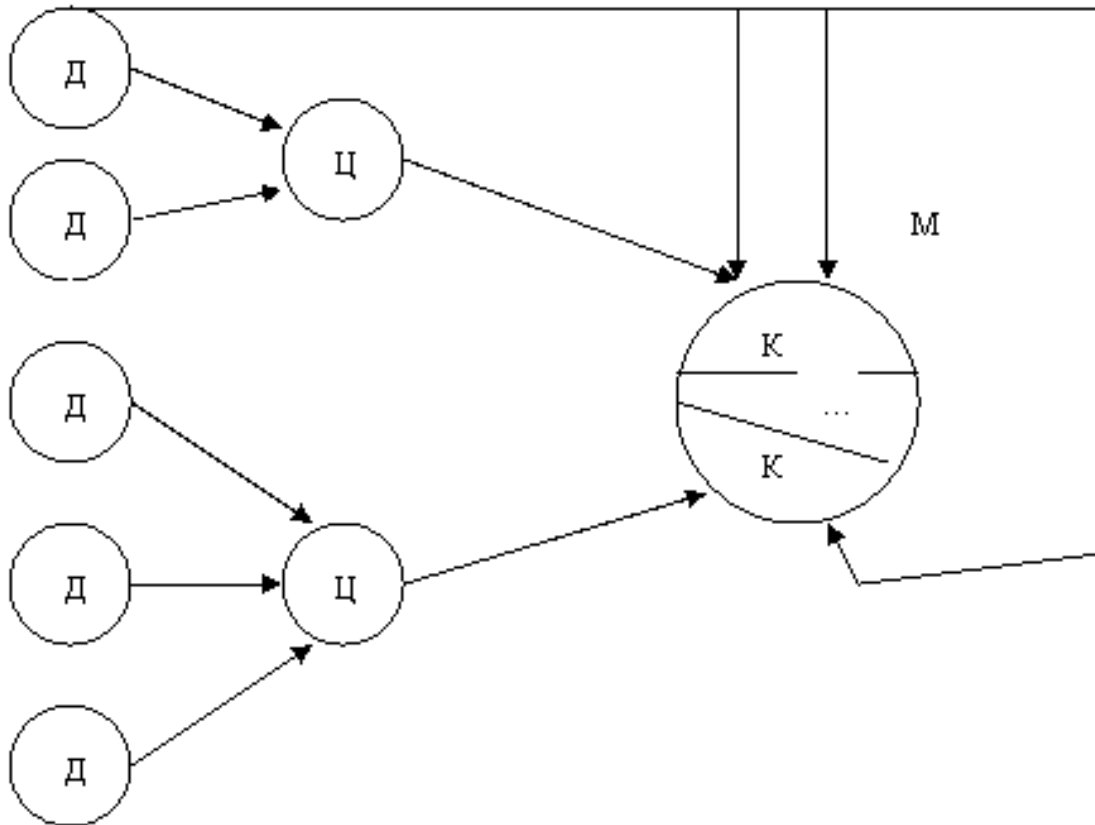


Рис. 1. Схема классического подхода к моделированию

Таким образом, разработка модели **М** на базе классического подхода означает суммирование отдельных компонент в единую модель, причем каждая из компонент решает свои собственные задачи и изолирована от других частей модели. Поэтому классический подход может быть использован для реализации сравнительно простых моделей, в которых возможно разделение и взаимно независимое рассмотрение отдельных сторон функционирования реального объекта. Для модели сложного объекта такая разобщенность решаемых задач недопустима, так как приводит к значительным затратам ресурсов при реализации модели на базе конкретных программно-технических средств [6].

Можно отметить две отличительные стороны классического подхода:

- 1) наблюдается движение от частного к общему;
- 2) создаваемая модель образуется путем суммирования отдельных ее компонент и не учитывается возникновение нового системного эффекта.

С усложнением объектов моделирования возникла необходимость наблюдения их с более высокого уровня. В этом случае наблюдатель (разработчик) рассматривает данную систему S как некоторую подсистему какой-то метасистемы, т. е. системы более высокого ранга, и вынужден перейти на позиции нового системного подхода, который позволит ему построить не только исследуемую систему, решающую совокупность задач, но и создавать систему, являющуюся составной частью метасистемы.

Системный подход получил применение в системотехнике в связи с необходимостью исследования больших реальных систем, когда сказалась недостаточность, а иногда ошибочность принятия каких-либо частных решений. На возникновение системного подхода повлияли увеличивающееся количество исходных данных при разработке, необходимость учета сложных стохастических связей в системе и воздействий внешней среды. Все это заставило исследователей изучать сложный объект не изолированно, а во взаимодействии с внешней средой, а также в совокупности с другими системами некоторой метасистемы [10].

Системный подход позволяет решить проблему построения сложной системы с учетом всех факторов и возможностей, пропорциональных их значимости, на всех этапах исследования системы S и построения модели M . Системный подход означает, что каждая система S является интегрированным целым даже тогда, когда она состоит из отдельных разобобщенных подсистем [10].

Таким образом, в основе системного подхода лежит рассмотрение системы как интегрированного целого, причем это рассмотрение при разработке начинается с главного – формулировки цели функционирования.

Процесс синтеза модели M на базе системного подхода условно представлен на рис. 2. На основе исходных данных D , которые известны из анализа внешней системы, те ограничения, которые накладываются на систему сверху, либо, исходя из возможностей ее реализации, на основе цели функционирования формулируются исходные требования T к модели системы

С. На базе этих требований формируются ориентировочно некоторые подсистемы **П**, элементы **Э** и осуществляется наиболее сложный этап синтеза – выбор **В** составляющих системы, для чего используются специальные критерии выбора (**КВ**).

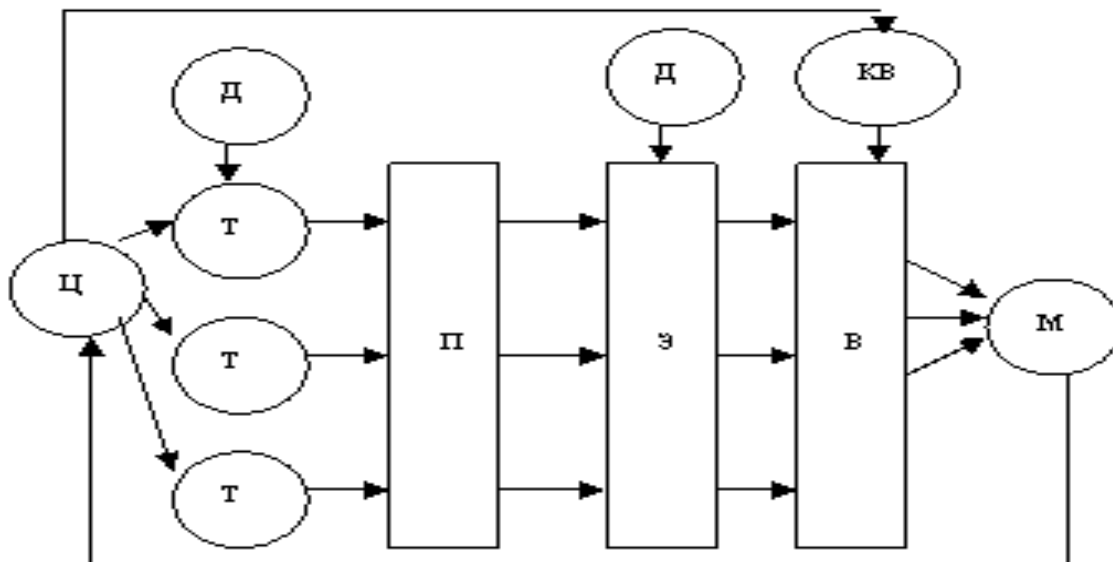


Рис.2. Схема системного подхода к моделированию

При моделировании необходимо обеспечить максимальную эффективность модели системы. Эффективность обычно определяется как некоторая разность между какими-то показателями ценности результатов, полученных в итоге эксплуатации модели, и теми затратами, которые были вложены в ее разработку и создание [13].

На базе системного подхода может быть предложена и некоторая последовательность разработки моделей, когда выделяют две основные стадии проектирования: макропроектирование и микропроектирование [13].

На стадии макропроектирования на основе данных о реальной системе и внешней среде строится модель внешней среды, выявляются ресурсы и ограничения для построения модели системы, выбирается модель системы и критерии, позволяющие оценить адекватность модели реальной системы. Построив модель системы и модель внешней среды, на основе критерия эффективности функционирования системы в процессе моделирования выбирают оптимальную стратегию управления, что позволяет реализовать

возможности модели по воспроизведению отдельных сторон функционирования реальной системы [10].

Стадия микропроектирования в значительной степени зависит от конкретного типа выбранной модели. В случае имитационной модели необходимо обеспечить создание информационного, математического, технического и программного обеспечения системы моделирования. На этой стадии можно установить основные характеристики созданной модели, оценить время работы с ней и затраты ресурсов для получения заданного качества соответствия модели процессу функционирования системы [10].

Независимо от типа используемой модели при ее построении необходимо руководствоваться рядом принципов системного подхода:

- 1) пропорционально-последовательное продвижение по этапам и направлениям создания модели;
- 2) согласование информационных, ресурсных, надежностных и других характеристик;
- 3) правильное соотношение отдельных уровней иерархии в системе моделирования;
- 4) целостность отдельных обособленных стадий построения модели.

Созданной модели необходимо соответствовать цели ее создания, для этого различные части нужно компоновать взаимно, руководствуясь единой системной задачей. Цель будет содержательной и долгое время сможет отображать реальные возможности взятой системы моделирования, только если сформулировать ее качественно.

Построение модели относится к числу системных задач, при решении которых синтезируют решения на базе огромного числа исходных данных, на основе предложений больших коллективов специалистов. Использование системного подхода в этих условиях позволяет не только построить модель реального объекта, но и на базе этой модели выбрать необходимое количество управляющей информации в реальной системе, оценить показатели ее функци-

онирования и тем самым на базе моделирования найти наиболее эффективный вариант построения и выгодный режим функционирования реальной системы.

С развитием системных исследований, с расширением экспериментальных методов изучения реальных явлений все большее значение приобретают абстрактные методы, появляются новые научные дисциплины, автоматизируются элементы умственного труда. Важное значение при создании реальных систем имеют математические методы анализа и синтеза, целый ряд открытий базируется начисто теоретических изысканиях. Однако было бы неправильно забывать о том, что основным критерием любой теории является практика, и даже сугубо математические, отвлеченные науки базируются в своей основе на фундаменте практических знаний [11].

Одновременно с развитием теоретических методов анализа и синтеза совершенствуются и методы экспериментального изучения реальных объектов, появляются новые средства исследования. Однако эксперимент был и остается одним из основных и существенных инструментов познания. Подобие и моделирование позволяют по-новому описать реальный процесс и упростить экспериментальное его изучение. Совершенствуется и само понятие моделирования. Если раньше моделирование означало реальный физический эксперимент либо построение макета, имитирующего реальный процесс, то в настоящее время появились новые виды моделирования, в основе которых лежит постановка не только физических, но также и математических экспериментов [11].

Процесс познания реальной действительности длительный и сложный. Основными проблемами при проектировании современных систем являются: определение качества функционирования большой системы, выбор оптимальной структуры, выбор алгоритмов поведения, построение системы в соответствии с поставленной перед нею целью. Исходя из этого, моделирование можно рассматривать как один из методов, используемых при проектировании и исследовании больших систем.

Процесс моделирования основывается на аналогии не только реального, но и мысленного эксперимента. Аналогия это основа объяснения изучаемого явления, однако критерием истины может служить только опыт и практика. Хотя современные научные гипотезы могут создаваться чисто теоретическим путем, но, по сути, базируются на широких практических знаниях. Для объяснения реальных процессов выдвигаются гипотезы, для подтверждения которых ставится эксперимент либо проводятся такие теоретические рассуждения, которые логически подтверждают их правильность. В широком смысле под экспериментом можно понимать некоторую последовательность процедур организации и наблюдения каких-то явлений, которые осуществляются в условиях, близких к естественным.

Различают пассивный эксперимент, когда исследователь наблюдает протекающий процесс, и активный, когда наблюдатель вмешивается и организует протекание процесса. В последнее время распространен активный эксперимент, поскольку именно на его основе удастся выявить критические ситуации, получить наиболее интересные закономерности, обеспечить возможность повторения эксперимента в различных точках и др [8].

В основе любого вида моделирования лежит некоторая модель, имеющая соответствие, базирующееся на некотором общем качестве, которое характеризует реальный объект. Объективно реальный объект обладает некоторой формальной структурой, поэтому для любой модели характерно наличие некоторой структуры, соответствующей формальной структуре реального объекта, либо изучаемой стороне этого объекта.

В основе моделирования лежат информационные процессы, поскольку само создание модели базируется на информации о реальном объекте. В процессе реализации модели получается информация о данном объекте, одновременно в процессе эксперимента с моделью вводится управляющая информация, существенное место занимает обработка полученных результатов, т. е. информация лежит в основе всего процесса моделирования [3].

Одним из наиболее важных аспектов построения систем моделирования является проблема цели. Любую модель строят в зависимости от цели, которую ставит перед ней исследователь, поэтому одна из основных проблем при моделировании – это проблема целевого назначения. Подобие процесса, протекающего в модели, реальному процессу является не целью, а условием правильного функционирования модели, и поэтому в качестве цели должна быть поставлена задача изучения какой-либо стороны функционирования объекта.

«Модель – поиск конечного в бесконечном» – эта мысль принадлежит Д.И. Менделееву. Что отбрасывается, чтобы превратить бесконечное в конечное? В модель включаются только существенные аспекты, представляющие объект, и отбрасываются *все остальные* (бесконечное большинство). Существенный или несущественный аспект описания определяют согласно цели исследования. То есть каждая модель составляется с какой-то целью. Начиная моделирование, исследователь должен определить цель, отделив её от всех возможных других целей, число которых, по-видимому, бесконечно.

Для упрощения модели цели делят на подцели и создают более эффективные виды моделей в зависимости от полученных подцелей моделирования. Можно указать целый ряд примеров целей моделирования в области сложных систем. Например, для предприятия весьма существенно изучение процессов оперативного управления производством, оперативно-календарного планирования, перспективного планирования и здесь также могут быть успешно использованы методы моделирования.

Если цель моделирования ясна, то возникает следующая проблема, а именно проблема построения модели. Построение модели оказывается возможным, если имеется информация или выдвинуты гипотезы относительно структуры, алгоритмов и параметров исследуемого объекта. На основании их изучения осуществляется идентификация объекта. В настоящее время широко применяют различные способы оценки параметров: по методу наименьших

квадратов, по методу максимального правдоподобия, байесовские, марковские оценки.

Если модель построена, то следующей проблемой можно считать проблему работы с ней, т. е. реализацию модели, основные задачи которой – минимизация времени получения конечных результатов и обеспечение их достоверности.

Что характерно для правильно построенной модели? То, что она выявляет лишь те закономерности, которые нужны исследователю, и не рассматривает свойства системы несущественные для данного исследования. Следует отметить, что оригинал и модель должны быть одновременно сходны по одним признакам и различны по другим, что позволяет выделить наиболее важные изучаемые свойства. В этом смысле модель выступает как некоторый «заместитель» оригинала, обеспечивающий фиксацию и изучение лишь некоторых свойств реального объекта.

В одних случаях наиболее сложной оказывается идентификация в других – проблема построения формальной структуры объекта. Возможны трудности и при реализации модели, особенно в случае имитационного моделирования больших систем. При этом следует подчеркнуть роль исследователя в процессе моделирования. Постановка задачи, построение содержательной модели реального объекта во многом представляют собой творческий процесс и базируются на эвристике. И в этом смысле нет формальных путей выбора оптимального вида модели. Часто отсутствуют формальные методы, позволяющие достаточно точно описать реальный процесс. Поэтому выбор той или иной аналогии, выбор того или иного математического аппарата моделирования полностью основывается на имеющемся опыте исследователя и ошибка исследователя может привести к ошибочным результатам моделирования [4].

Средства ЭВМ, которые в настоящее время широко используются либо для вычислений при аналитическом моделировании, либо для реализации имитационной модели системы, могут лишь помочь с точки зрения

эффективности реализации сложной модели, но не позволяют подтвердить правильность той или иной модели. С достоверностью оценить адекватность модели по отношению к реальному процессу можно только на основе обработанных данных и опыта исследователя.

Если в ходе моделирования существенное место занимает реальный физический эксперимент, то здесь весьма важна и надежность используемых инструментальных средств, поскольку сбои и отказы программно-технических средств могут приводить к искаженным значениям выходных данных, отображающих протекание процесса. И в этом смысле при проведении физических экспериментов необходимы специальная аппаратура, специально разработанное математическое и информационное обеспечение, которые позволяют реализовать диагностику средств моделирования, чтобы отсеять те ошибки в выходной информации, которые вызваны неисправностями функционирующей аппаратуры. В ходе машинного эксперимента могут иметь место и ошибочные действия человека-оператора. В этих условиях серьезные задачи стоят в области эргономического обеспечения процесса моделирования.

1.2. Языки, системы и разновидности моделирования

Инженерам-проектировщикам довольно часто приходится обращаться к языкам и системам моделирования в процессе проектирования объекта, процесса, системы для объективной оценки многочисленных режимов функционирования объекта, процесса, системы. Это особенно важно при наличии неопределенностей в системе, когда часть исходной информации носит вероятностный характер [6].

Языки и системы моделирования, как правило, обеспечивают простоту и удобство программирования, эффективность, возможность генерирования случайных параметров и процессов, удобство ввода и интерпретации результатов моделирования [6].

Языки и системы моделирования упрощают процесс построения имитационных моделей и проведение машинных экспериментов путем частичной или полной автоматизации переходов от одного уровня

представления модели к другому. К настоящему времени разработано свыше 400 языков и систем моделирования [6].

Систематически проводятся экспертные оценки эффективности тех или иных языков моделирования, простоты применения предпочтения пользователя(см. табл. 1).

Таблица 1

Оценка эффективности языков моделирования

Возможности языка	Простота применения	Предпочтение пользователя
SIMULA	GPSS	SIMSCRIPT
SIMSCRIPT	SIMSCRIPT	GPSS
GPSS	SIMULA	SIMULA
PL/1	PL/1	FORTAN
FORTAN	FORTAN	PL/1

Языки и системы моделирования обеспечивают:

- 1) возможность повторения и точного воспроизведения различных условий функционирования проектируемого объекта, процесса, системы;
- 2) легкость прерывания и возобновления машинного эксперимента;
- 3) возможность направленного управления условиями эксперимента (задания различных состояний окружающей среды, структуры, алгоритмов и параметров моделируемой системы, процесса, возмущающих факторов и др.);
- 4) быстрота реализации эксперимента на мощных ЭВМ, существенное сокращение продолжительности эксперимента по сравнению с натурным;
- 5) возможность исследования объектов, процессов, систем, которые недоступны для исследования другими методами (или эти исследования требуют больших материальных вложений).

Очень важным моментом в моделировании являются оценка точности результатов моделирования и определение необходимого числа имитаций, поскольку мы имеем дело со случайным процессом.

Моделирование реализуется посредством набора математических инструментальных средств, специальных компьютерных программ и приемов, позволяющих с помощью компьютера провести целенаправленное моделирование в режиме «имитации» структуры и функций сложного процесса и оптимизацию некоторых его параметров. Набор программных средств и приемов моделирования определяет специфику системы моделирования - специального программного обеспечения.

В отличие от других видов и способов математического моделирования с применением ЭВМ имитационное моделирование имеет свою специфику: запуск в компьютере взаимодействующих вычислительных процессов, которые являются по своим временным параметрам - с точностью до масштабов времени и пространства - аналогами исследуемых процессов [13].

Имитационное моделирование как особая информационная технология состоит из следующих основных этапов:

1. Структурный анализ процессов. Проводится формализация структуры сложного реального процесса путем разложения его на подпроцессы, выполняющие определенные функции и имеющие взаимные функциональные связи согласно легенде, разработанной рабочей экспертной группой. Выявленные подпроцессы, в свою очередь, могут разделяться на другие функциональные подпроцессы. Структура общего моделируемого процесса может быть представлена в виде графа, имеющего иерархическую многослойную структуру. В результате появляется формализованное изображение имитационной модели в графическом виде [5].

Структурный анализ особенно эффективен при моделировании экономических процессов, где (в отличие от технических) многие составляющие подпроцессы не имеют физической основы и

протекают виртуально, поскольку оперируют с информацией, деньгами и логикой (законами) их обработки [5].

2. Формализованное описание модели. Графическое изображение имитационной модели, функции, выполняемые каждым подпроцессом, условия взаимодействия всех подпроцессов и особенности поведения моделируемого процесса (временная, пространственная и финансовая динамика) должны быть описаны на специальном языке для последующей трансляции [5].

Для этого существуют различные способы:

- описание вручную на языке типа GPSS, Pilgrim и даже на Visual Basic. Последний очень прост, на нем можно запрограммировать элементарные модели, но он не подходит для разработки реальных моделей сложных экономических процессов, так как описание модели средствами Pilgrim компактнее аналогичной алгоритмической модели на Visual Basic в десятки-сотни раз [5];
 - автоматизированное описание с помощью компьютерного графического конструктора во время проведения структурного анализа, т.е. с очень незначительными затратами на программирование. Такой конструктор, создающий описание модели, имеется в составе системы моделирования в Pilgrim [5];
3. Построение модели (build). Обычно это трансляция и редактирование связей (сборка модели), верификация (калибровка) параметров.

Трансляция осуществляется в различных режимах:

- в режиме интерпретации, характерном для систем типа GPSS, SLAM-II и ReThink;
- в режиме компиляции (характерно для системы Pilgrim) [5].

Каждый режим имеет свои особенности:

- Режим интерпретации проще в реализации. Специальная универсальная программа-интерпретатор на основании формализованного описания модели запускает все имитирующие

подпрограммы. Данный режим не приводит к получению отдельной моделирующей программы, которую можно было бы передать или продать заказчику (продавать пришлось бы и модель, и систему моделирования, что не всегда возможно) [5].

- Режим компиляции сложнее реализуется при создании моделирующей системы. Однако это не усложняет процесс разработки модели. В результате можно получить отдельную моделирующую программу, которая работает независимо от системы моделирования в виде отдельного программного продукта [5].

Верификация (калибровка) параметров модели выполняется в соответствии с легендой, на основании которой построена модель, с помощью специально выбранных тестовых примеров.

4. Проведение экстремального эксперимента для оптимизации определенных параметров реального процесса [5].

Примеры, приводимые в данной работе, в основном ориентированы на систему Pilgrim, получившую распространение в экономических вузах России. Однако есть общие методические приемы, не зависящие от выбранной системы.

Концепция имитационного моделирования требует предварительного знакомства с методом Монте-Карло, с методологией проведения проверок статистических гипотез, с устройством программных датчиков случайных (псевдослучайных) величин и с особенностями законов распределения случайных величин при моделировании экономических процессов, которые не рассматриваются в типовых программах дисциплины "Теория вероятностей".

Кроме того, необходимо рассмотреть специальные стохастические сетевые модели, которые дают представление о временных диаграммах специальных имитационных процессов при выполнении программной модели.

Метод Монте-Карло и проверка статистических гипотез:

Статистические испытания по методу Монте-Карло представляют собой простейшее имитационное моделирование при полном отсутствии каких-либо

правил поведения. Получение выборок по методу Монте-Карло - основной принцип компьютерного моделирования систем, содержащих стохастические или вероятностные элементы. Зарождение метода связано с работой фон Неймана и Улана в конце 1940-х гг., когда они ввели для него название «Монте-Карло» и применили его к решению некоторых задач экранирования ядерных излучений. Этот математический метод был известен и ранее, но свое второе рождение нашел в Лос-Аламосе в закрытых работах по ядерной технике, которые велись под кодовым обозначением «Монте-Карло». Применение метода оказалось настолько успешным, что он получил распространение и в других областях, в частности в экономике [3].

Поэтому многим специалистам термин «метод Монте-Карло» иногда представляется синонимом термина «имитационное моделирование», что в общем случае неверно. Имитационное моделирование - это более широкое понятие, и метод Монте-Карло является важным, но далеко не единственным методическим компонентом имитационного моделирования [3].

Согласно методу Монте-Карло проектировщик может моделировать работу тысячи сложных систем, управляющих тысячами разновидностей подобных процессов, и исследовать поведение всей группы, обрабатывая статистические данные. Другой способ применения этого метода заключается в том, чтобы моделировать поведение системы управления на очень большом промежутке модельного времени (несколько лет), причем астрономическое время выполнения моделирующей программы на компьютере может составить доли секунды. Рассмотрим метод Монте-Карло подробнее [3].

В различных задачах, встречающихся при создании сложных систем, могут использоваться величины, значения которых определяются случайным образом. Примерами таких величин являются:

- случайные моменты времени, в которые поступают заказы на фирму;
- загрузка производственных участков или служб объекта экономики;

- внешние воздействия (требования или изменения законов, платежи по штрафам и др.);
- оплата банковских кредитов;
- поступление средств от заказчиков;
- ошибки измерений.

В качестве соответствующих им переменных могут использоваться число, совокупность чисел, вектор или функция. Одной из разновидностей метода Монте-Карло при численном решении задач, включающих случайные переменные, является метод статистических испытаний, который заключается в моделировании случайных событий.

Метод Монте-Карло основан на статистических испытаниях и по природе своей является экстремальным, может применяться для решения полностью детерминированных задач, таких, как обращение матриц, решение дифференциальных уравнений в частных производных, отыскание экстремумов и численное интегрирование. При вычислениях методом Монте-Карло статистические результаты получаются путем повторяющихся испытаний. Вероятность того, что эти результаты отличаются от истинных не более чем на заданную величину, есть функция количества испытаний [5].

В основе вычислений по методу Монте-Карло лежит случайный выбор чисел из заданного вероятностного распределения. При практических вычислениях эти числа берут из таблиц или получают путем некоторых операций, результатами которых являются псевдослучайные числа с теми же свойствами, что и числа, получаемые путем случайной выборки. Имеется большое число вычислительных алгоритмов, которые позволяют получить длинные последовательности псевдослучайных чисел [5].

Один из наиболее простых и эффективных вычислительных методов получения последовательности равномерно распределенных случайных чисел, с помощью, например, калькулятора или любого другого устройства, работающего в десятичной системе счисления, включает только одну операцию умножения [5].

В основе моделирования лежит теория подобия, которая утверждает, что абсолютное подобие может иметь место лишь при замене одного объекта другим точно таким же. При моделировании абсолютное подобие не имеет места и стремятся к тому, чтобы модель достаточно хорошо отображала исследуемую сторону функционирования объекта.

Классификационные признаки. В качестве одного из первых признаков классификации видов моделирования можно выбрать степень полноты модели и разделить модели в соответствии с этим признаком на *полные, неполные и приближенные*. В основе полного моделирования лежит полное подобие, которое проявляется как во времени, так и в пространстве. Для неполного моделирования характерно неполное подобие модели изучаемому объекту. В основе приближенного моделирования лежит приближенное подобие, при котором некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем.

В зависимости от характера изучаемых процессов в системе все виды моделирования могут быть разделены на *детерминированные* и *стохастические, статические* и *динамические, дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные*. Детерминированное моделирование отображает детерминированные процессы, т. е. процессы, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий; стохастическое моделирование отображает вероятностные процессы и события. В этом случае анализируется ряд реализаций случайного процесса и оцениваются средние характеристики, т. е. набор однородных реализаций [6].

Статическое моделирование служит для описания поведения объекта в какой-либо момент времени, а динамическое моделирование отражает поведение объекта во времени. Дискретное моделирование служит для описания процессов, которые предполагаются дискретными, соответственно непрерывное моделирование позволяет отразить непрерывные процессы в системах, а дискретно-непрерывное моделировании используется для случаев, когда хотят выделить наличие как дискретных, так и непрерывных процессов.

В зависимости от формы представления объекта системы можно выделить *мысленное* и *реальное* моделирование [11].

Мысленное моделирование часто является единственным способом моделирования объектов, которые либо практически нереализуемы в заданном интервале времени, либо существуют вне условий, возможных для их физического создания. Например, на базе мысленного моделирования могут быть проанализированы многие ситуации микромира, которые не поддаются физическому эксперименту. Мысленное моделирование может быть реализовано в виде наглядного, символического и математического [11].

Аналоговое моделирование основывается на применении аналогий различных уровней. Наивысшим уровнем является полная аналогия, имеющая место только для достаточно простых объектов. С усложнением объекта используют аналогии последующих уровней, когда аналоговая модель отображает несколько либо только одну сторону функционирования объекта [11].

Существенное место при мысленном наглядном моделировании занимает *макетирование*. Мысленный макет может применяться в случаях, когда протекающие в реальном объекте процессы не поддаются физическому моделированию, либо может предшествовать проведению других видов моделирования. В основе построения мысленных макетов также лежат аналогии, однако обычно базирующиеся на причинно-следственных связях между явлениями и процессами в объекте. Если ввести условное обозначение отдельных понятий, т. е. знаки, а также определенные операции между этими знаками, то можно реализовать знаковое моделирование и с помощью знаков отображать набор понятий – составлять отдельные цепочки из слов и предложений. Используя операции объединения, пересечения и дополнения теории множеств, можно в отдельных символах дать описание какого-то реального объекта [11].

В основе языкового моделирования лежит некоторый тезаурус. Последний образуется из набора входящих понятий, причем этот набор должен

быть фиксированным. Следует отметить, что между тезаурусом и обычным словарем имеются принципиальные различия. Тезаурус – словарь, который очищен от неоднозначности, т. е. в нем каждому слову может соответствовать лишь единственное понятие, хотя в обычном словаре одному слову могут соответствовать несколько понятий [11].

Символическое моделирование представляет собой искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает основные свойства его отношений с помощью определенной системы знаков или символов.

Математическое моделирование. Для исследования характеристик процесса функционирования любой системы математическими методами, включая и машинные, должна быть проведена формализация этого процесса, т. е. построена математическая модель.

Классификацию видов моделирования можно увидеть на Рис.3.

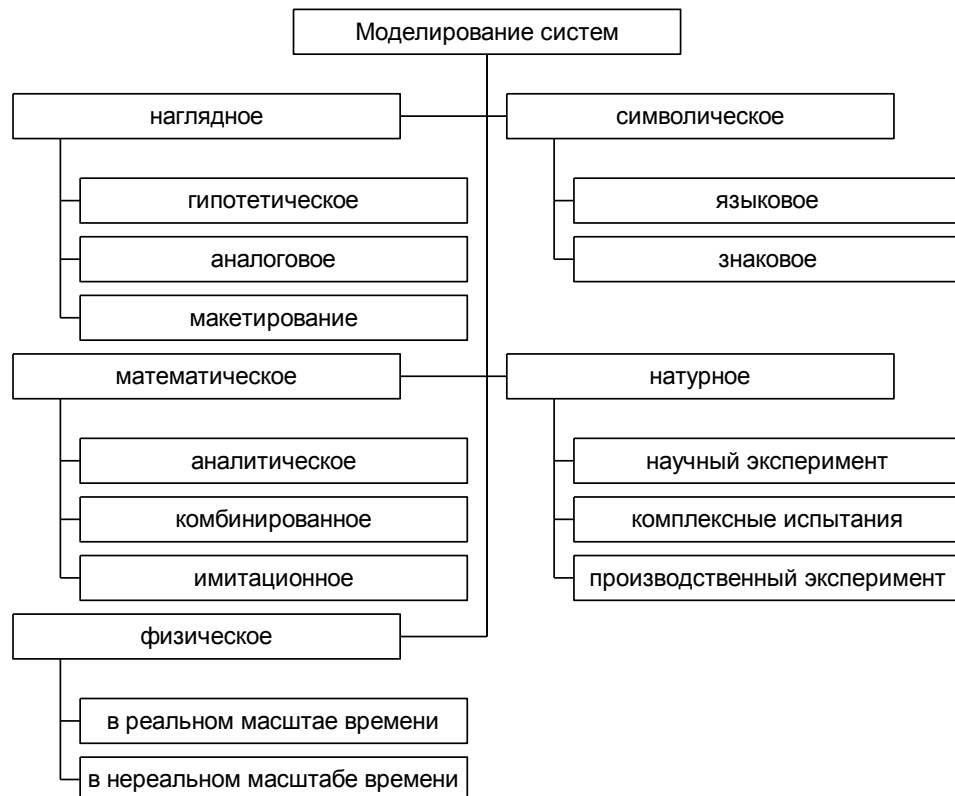


Рис 3. Классификация видов моделирования систем.

Под математическим моделированием понимают процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта,

называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и задач исследования объекта и требуемой достоверности и точности решения этой задачи. Любая математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект лишь с некоторой степенью приближения к действительности.

Математическое моделирование для исследования характеристик процесса функционирования систем можно разделить на аналитическое, имитационное и комбинированное.

Для *аналитического моделирования* характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, интегро-дифференциальных, конечно-разностных и т. п.) или логических условий. Аналитическая модель может быть исследована следующими методами:

- 1) аналитическим, когда стремятся получить в общем виде явные зависимости для искомых характеристик;
- 2) численным, когда, не умея решать уравнений в общем виде, стремятся получить числовые результаты при конкретных начальных данных;
- 3) качественным, когда, не имея решения в явном виде, можно найти некоторые свойства решения (например, оценить устойчивость решения);

В отдельных случаях исследования системы могут удовлетворить и те выводы, которые можно сделать при использовании качественного метода анализа математической модели. Такие качественные методы широко используются, например, в теории автоматического управления для оценки эффективности различных вариантов систем управления.

При *имитационном моделировании* реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что

позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики системы [9].

Основным преимуществом имитационного моделирования, по сравнению с аналитическим, является возможность решения более сложных задач. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто создают трудности при аналитических исследованиях. В настоящее время имитационное моделирование — наиболее эффективный метод исследования больших систем, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

Когда результаты, полученные при воспроизведении на имитационной модели процесса функционирования системы, являются реализациями случайных величин и функций, тогда для нахождения характеристик процесса требуется его многократное воспроизведение с последующей статистической обработкой информации и целесообразно в качестве метода машинной реализации имитационной модели использовать метод статистического моделирования. Первоначально был разработан метод статистических испытаний, представляющий собой численный метод, который применялся для моделирования случайных величин и функций, вероятностные характеристики которых совпадали с решениями аналитических задач (такая процедура получила название метода Монте-Карло). Затем этот прием стали применять и для машинной имитации с целью исследования характеристик процессов функционирования систем, подверженных случайным воздействиям, т. е. появился метод статистического моделирования. Таким образом, методом статистического моделирования будем в дальнейшем называть метод машинной реализации имитационной модели, а методом статистических испытаний (Монте-Карло) - численный метод решения аналитической задачи.

Метод имитационного моделирования позволяет решать задачи анализа больших систем, включая задачи оценки: вариантов структуры системы, эффективности различных алгоритмов управления системой, влияния изменения различных параметров системы. Имитационное моделирование может быть положено в основу структурного, алгоритмического и параметрического синтеза больших систем, когда требуется создать систему, с заданными характеристиками при определенных ограничениях, которая является оптимальной по некоторым критериям оценки эффективности.

При решении задач машинного синтеза систем на основе их имитационных моделей помимо разработки моделирующих алгоритмов для анализа фиксированной системы, необходимо также с которой могут быть заданы параметры, вводимые в машину, а также неисправностями технических средств и т. д.

Перспективно сочетание ЭВМ и АВМ, т. е. использование гибридных средств вычислительной техники — гибридных вычислительных комплексов (ГВК), что в ряде случаев значительно ускоряет процесс исследования.

В ГВК удастся сочетать высокую скорость функционирования аналоговых средств и высокую точность расчетов на базе цифровых средств вычислительной техники. Одновременно удастся за счет наличия цифровых устройств обеспечить контроль проведения операций. Опыт использования вычислительной техники в задачах моделирования показывает, что с усложнением объекта большую эффективность по скорости решения и по стоимости выполнения операций дает использование гибридной техники.

Конкретным техническим средством воплощения имитационной модели могут быть ЭВМ, АВМ и ГВК. Если использование аналоговой техники ускоряет получение конечных результатов, сохраняя некоторую наглядность протекания реального процесса, то применение средств цифровой техники позволяет осуществить контроль за реализацией модели, создать программы по обработке и хранению результатов моделирования, обеспечить эффективный диалог исследователя с моделью.

Обычно модель строится по *иерархическому принципу*, когда последовательно анализируются отдельные стороны функционирования объекта и при перемещении центра внимания исследователя рассмотренные ранее подсистемы переходят во внешнюю среду. Иерархическая структура моделей может раскрывать и ту последовательность, в которой изучается реальный объект, а именно последовательность перехода от структурного (топологического) уровня к функциональному (алгоритмическому) и от функционального к параметрическому [9].

Результат моделирования в значительной степени зависит от адекватности исходной концептуальной (описательной) модели, от полученной степени подобия описания реального объекта, числа реализаций модели и многих других факторов. В ряде случаев сложность объекта не позволяет не только построить математическую модель объекта, но и дать достаточно близкое кибернетическое описание, и перспективным здесь является выделение наиболее трудно поддающейся математическому описанию части объекта и включение этой реальной части физического объекта в имитационную модель. Тогда модель реализуется, с одной стороны, на базе средств вычислительной техники, а с другой — имеется реальная часть объекта. Это значительно расширяет возможности и повышает достоверность результатов моделирования.

Имитационная система реализуется на ЭВМ и позволяет исследовать имитационную модель, задаваемую в виде определенной совокупности отдельных блочных моделей и связей между ними в их взаимодействии в пространстве и времени при реализации какого-либо процесса. Можно выделить три основные группы блоков:

- 1) блоки, характеризующие моделируемый процесс функционирования системы;
- 2) блоки, отображающие внешнюю среду и ее воздействие на реализуемый процесс;

- 3) блоки, играющие служебную вспомогательную роль, обеспечивая взаимодействие первых двух, а также выполняющие дополнительные функции по получению и обработке результатов моделирования;

Кроме того, имитационная система характеризуется набором переменных, с помощью которых удастся управлять изучаемым процессом, и набором начальных условий, когда можно изменять условия проведения машинного эксперимента.

Таким образом, имитационная система есть средство проведения машинного эксперимента, причем эксперимент может ставиться многократно, заранее планироваться, могут определяться условия его проведения. Необходимо при этом выбрать методику оценки адекватности получаемых результатов и автоматизировать как процессы получения, так и процессы обработки результатов в ходе машинного эксперимента.

Эксперимент с имитационной моделью требует серьезной подготовки, поэтому имитационная система характеризуется наличием математического, программного, информационного, технического, эргономического и других видов обеспечения.

Математическое обеспечение имитационной системы включает в себя совокупность математических соотношений, описывающих поведение реального объекта, совокупность алгоритмов, обеспечивающих как подготовку, так и работу с моделью. Сюда могут быть отнесены алгоритмы ввода исходных данных, имитации, вывода, обработки [1].

Программное обеспечение по своему содержанию включает в себя совокупность программ: планирования эксперимента, имитационной модели, проведения эксперимента, обработки и интерпретации результатов. Кроме того, программное обеспечение имитационной системы должно обеспечивать синхронизацию процессов в модели, т. е. необходим блок, организующий псевдопараллельное выполнение процессов в модели. Машинные эксперименты

с имитационными моделями не могут проходить без хорошо разработанного и реализованного информационного обеспечения [1].

Информационное обеспечение включает в себя средства и технологию организации и реорганизации базы данных моделирования, методы логической и физической организации массивов, формы документов, описывающих процесс моделирования и его результаты. Информационное обеспечение имитационной системы является наименее разработанной частью, поскольку только в настоящее время наблюдается переход к созданию сложных имитационных моделей и разрабатывается методологий их использования при анализе и синтезе сложных систем с использованием концепции базы данных и знаний [1].

Техническое обеспечение имитационной системы включает в себя, прежде всего средства вычислительной техники, связи и обмена между оператором и сетью ЭВМ, ввода и вывода информации, управления проведением эксперимента. К техническому обеспечению предъявляются весьма серьезные требования по надежности функционирования, так как сбои и отказы технических средств, ошибки оператора ЭВМ могут резко увеличить время работы с имитационной моделью и даже привести к неверным конечным результатам [1].

Эргономическое обеспечение имитационной системы представляет собой совокупность научных и прикладных методик и методов, а также нормативно-технических и организационно-методических документов, используемых на всех этапах взаимодействия человека-экспериментатора с инструментальными средствами (ЭВМ, гибридными комплексами и т. д.). Эти документы, используемые на всех стадиях разработки и эксплуатации имитационных систем и их элементов, предназначены для формирования и поддержания эргономического качества путем обоснования и выбора организационно-проектных решений, которые создают оптимальные условия для высокоэффективной деятельности человека во взаимодействии с моделирующим комплексом [1].

Таким образом, имитационная система может рассматриваться как машинный аналог сложного реального процесса. Позволяет заменить эксперимент

с реальным процессом функционирования системы экспериментом с математической моделью этого процесса в ЭВМ. В настоящее время имитационные эксперименты широко используют в практике проектирования сложных систем, когда реальный эксперимент невозможен [4].

С точки зрения компьютерной реализации имитационное моделирование - это комплексный метод исследования сложных систем на ЭВМ, включающий построение концептуальных, математических и программных моделей, выполнение широкого спектра целенаправленных имитационных экспериментов, обработку и интерпретацию результатов этих экспериментов.

Определяющими факторами в истории имитационного моделирования были генерации языков моделирования. Однако на протяжении более чем 30-летней истории изменялись концепции, парадигмы программирования, платформы, что повлияло на специфику соответствующих этапов [4].

Процесс моделирования включает такие этапы, как создание модели, программирование, проведение имитационных экспериментов, обработку и интерпретацию результатов моделирования. Однако традиционно предпочтение отдавалось этапу программирования. Возникающая при этом схема моделирования во многом повторяет схему проведения натуральных испытаний и сводится лишь к имитации траекторий изученных моделей. С появлением имитационных моделей изменилась концепция моделирования, которая теперь рассматривается как единый процесс построения и исследования моделей, имеющий программную поддержку. Теперь во главу угла ставится формальное понятие модели, которое не только поясняет динамику системы, но и служит предметом математических исследований. Становится возможным достоверный анализ многих практически важных свойств модели (стационарных распределений, малых вероятностей, чувствительности, надежности и достоверности результатов моделирования). Эти свойства особенно существенны при исследовании высокоответственных и крупномасштабных систем, где цена ошибки особенно высока.

Известны два подхода: **событийный** и **процессионный**.

Процессионный подход представляет функционирование любой системы как развивающиеся во времени действия и взаимодействия параллельно протекающих процессов. Каждый процесс - это цепочка событий, выполнение каждого такого события приводит к изменению состояния системы. Все события упорядочены во времени и на последовательном компьютере исполняются квазипараллельно.

При **событийном** подходе в системе выделяются классы событий. Управление процессом моделирования заключается в выборе и активизации программы соответствующего события.

Таким образом, метод имитационного моделирования требует разработки концептуальной базы, обобщенной схемы, языка моделирования и имитационной системы, ориентированных на соответствующую область применений.

В некоторых случаях при решении задач рационально использовать имитационное моделирование. В качестве основных критериев целесообразности применения метода имитационного моделирования на ЭВМ можно указать следующие:

- отсутствие или неприемлемость аналитических, численных и качественных методов решения поставленной задачи;
- наличие достаточного количества исходной информации о моделируемой системе для обеспечения возможности построения адекватной имитационной модели;
- необходимость проведения на базе других возможных методов решения очень большого количества вычислений, трудно реализуемых даже с использованием ЭВМ;
- возможность поиска оптимального варианта системы при ее моделировании на ЭВМ.

Вывод по главе 1

На основе анализа научной литературы по теме исследования можно выделить то общее, что присуще моделям различных по своей природе объектов реального мира. Это общее заключается в наличии некоторой структуры, которая подобна структуре данного объекта. В процессе изучения модель выступает в роли относительно самостоятельного объекта, позволяющего получить при исследовании некоторые знания о самом объекте.

Применяя такой метод моделирования, как аналогия, можно добиться впечатляющих результатов в деятельности практически любого предприятия. Суждения о каком-либо частном сходстве двух объектов называют аналогией. Такое сходство может быть существенным и несущественным. Понятия существенности и несущественности сходства или различия объектов достаточно условны и относительны. Существенность сходства или различия зависит от уровня абстрагирования, и в общем случае, определяется конечной целью проводимого исследования. Создание современной научной гипотезы осуществляется по аналогии с проверенными на практике научными положениями.

Таким образом, модель – это способ замещения реального объекта, используемый для его исследования, когда натуральный эксперимент невозможен, дорог, опасен или длителен.

В научном познании модель несёт системообразующую и смыслообразующую роль. С помощью модели изучаются неизвестные свойства объектов. Модель позволяет более ярко выразить структуру явления, его главные аспекты. Модель является концентрированным выражением сущности предмета или процесса, выделяя только его основные черты.

Таким образом, модель является основой разумной мыслительной деятельности. Модели играют роль важную роль базиса, а моделирование – незаменимый инструмента для прогнозирования.

Имитационное моделирование позволяет разложить большую модель на части, которыми можно оперировать по отдельности, создавая другие, более

простые или, наоборот, более сложные модели. Таким образом, имитационное моделирование тяготеет к объектно-ориентированному представлению, которое естественным образом описывает объекты, их состояние, поведение, а также взаимодействие между ними. Имитационную модель можно постепенно усложнять и усложнять, а если к построенной модели добавить вопрос, то с помощью неё можно решить задачу, получить ответ, который заранее не очевиден.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что роль имитационного моделирования в век информационных технологий сложно переоценить. И, следовательно, этому необходимо обучать уже со школьной скамьи.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» В ШКОЛЕ

2.1. Разработка элективного курса «Имитационное моделирование»

Исходя из анализа учебных программ и методической литературы, можно сделать вывод, что тема «Имитационное моделирование» представлена недостаточно, поэтому я считаю, что можно ввести элективный курс «Имитационное моделирование», позволяющий старшеклассникам изучать языки, системы и разновидности моделирования, классификацию видов моделирования, перспективы, использование и способы разработки компьютерных моделей.

В соответствие с возрастными особенностями подросткового периода, когда ребенок устремлен к реальной практической деятельности, познанию мира, часов на практические занятия выделено не достаточно. Внимание акцентировано на теоретические основы. Предлагаемый элективный курс позволит повысить мотивацию обучения, в наибольшей степени реализовать способности, возможности, потребности и интересы учащегося, расширить круг общих умений и навыков. Курс состоит из 12 часов лекционных и практических занятий [14].

Элективный курс предназначен для изучения в старших классах информационно-технологического и физико-математического профилей, так как включает в себя достаточно сложный теоретический материал.

Цели и задачи курса

Цели:

- Изучение компьютерного моделирования на уроках информатики;
- Развитие творчества и самостоятельной деятельности учащихся.

Главные задачи курса:

- ознакомление учащихся с понятием «Имитационное моделирование»;
- закрепление за учащимися навыков работы в VisualStudio;
- расширение и углубление имеющихся знаний;

Требования к подготовке учащихся:

Данный элективный курс читается для старших школьников (10-11 классы) информационно-технологического и физико-математического профилей и предполагает, что учащиеся в полном объеме владеют навыками работы с компьютером, представленными в ФГОС.

На уроках в компьютерном классе учащимся предстоит освоить работу с компьютерным моделированием, опираясь на уже имеющиеся знания ObjectPascal.

Для работы в VisualStudio необходимо:

- знать систему VisualStudio;
- знать различные технологии программирования;
- знать алгоритмическое программирование: основные типы данных, процедуры и функции;
- знать объектно-ориентированное программирование: объект, свойства объекта, операции над объектом;
- владеть технологией моделирования;
- уметь составить модель по словесному описанию;
- уметь настроить модель;
- уметь представить модель в алгоритмическом и математическом виде (объекты и процессы);
- уметь оценить качество модели, - уметь показать теоретические основания модели;

После изучения курса «Имитационное моделирование» школьник должен:

- знать принципы моделирования, классификацию способов представления моделей систем;
- знать приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере;
- достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем.

Основной задачей курса «Имитационное моделирование» является создание имитационных моделей в среде программирования.

Предметом изучения данной дисциплины являются следующие объекты:

- математический и алгоритмический аппарат представления информации, отражающей моделируемый объект, способы отображения;
- представление объектов и их свойств в компьютерной форме.

В результате изучения дисциплины ученик должен знать:

- основные понятия теории и принципы моделирования, классификацию способов представления моделей систем, достоинства и недостатки различных способов представления моделей;
- приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере, интерпретации результатов;
- способы представления информации о моделируемых объектах и их свойствах в компьютере и методы манипулирования (преобразования) объектами и их свойствами.

После изучения курса ученик должен уметь:

- уметь составить модель по словесному описанию,
- уметь настроить модель, спланировать компьютерный эксперимент,
- уметь представить модель в алгоритмическом и математическом виде (объекты и процессы),
- уметь оперировать с элементами модели,
- уметь оценить качество модели, интерпретировать ее результаты,
- уметь показать теоретические основания модели.

После изучения курса ученик должен владеть:

- методами и приёмами оценки и повышения точности моделирования;
- навыками работы с языком моделирования (Stratum или подобным ему), языком программирования ObjectPascal(C#или аналогичным по выбору), современными информационными технологиями и

программными продуктами для поддержки проектирования моделей и математического, имитационного, графического, информационного моделирования;

- технологией, языком и системой моделирования.

Распределение учебных часов по темам и видам занятий.

Разработанный элективный курс рассчитан на 12 часов, 1 час в неделю в течение триместра (Таблица 2).

Таблица 2

Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Форма занятия
I.	Введение в имитационное моделирование	5	
1.	Становление и развитие имитационного моделирования.	1	Лекция
2.	Основные понятия имитационного моделирования. Классификация моделей.	2	Лекция
3.	Языки, системы, методы и разновидности моделирования.	1	Лекция
4.	Перспективы развития и использования методов и средств компьютерного моделирования в информационном обществе.	1	Лекция
II.	Моделирование в различных областях	7	
1.	Использование имитационного моделирования в Физике.	2	Комбинированное
2.	Использование имитационного	2	Комбинированное

	моделирования в Биологии.		
3.	Использование имитационного моделирования в Экономике.	3	Комбинированное
	Итого	12	

Данный элективный курс будет разбит на 2 блока:

1. Введение в компьютерное моделирование – 5ч.
2. Моделирование в области наук – 7ч.

Всего 12 часов, из них: лекционные – 5 занятий, комбинированные – 7 занятий.

Содержание дисциплины

1. Введение в компьютерное моделирование – 5 часов

Компьютерное моделирование: определение, пример, область применения. Виды компьютерного моделирования. Классификация моделей. Основные понятия моделирования. Актуальность имитационного моделирования в современном обществе. Цели и задачи имитационного моделирования. Последствия неправильных расчетов в имитационном моделировании. Языки и системы моделирования.

2. Моделирование в различных областях – 7 часов

Применение имитационного моделирования к естественным и общеобразовательным наукам. Примеры использования. Наглядность и практическая значимость имитационных моделей. Графический инструментарий, основные сведения, основные понятия.

Самостоятельная работа учащихся.

По окончании курса «Имитационное моделирование» предусмотрено выполнение тестовых заданий.

В соответствии с тем, что в настоящее время нет единой программы преподавания информатики, основываясь на существующих программах образовательных учреждений, рекомендованных Департаментом общего среднего образования Министерства образования Российской Федерации, мы также убедились, что ни в одну из рекомендованных программ не входит

тема данного курса.

В школьных учебниках данная тема практически не затронута, поэтому сбор информации проходил из специальной литературы и специализированных сайтов Интернета.

В настоящее время применение компьютеров распространилось практически на все виды деятельности человечества. Это распространение не обошло стороной и учебные заведения, в частности, школы. Практически во всех школах имеется класс, оборудованный современной техникой. Но в этих классах проходят не только уроки, предусмотренные стандартом, а также всевозможные кружки и лаборатории [15].

В старших классах перед учащимися встает проблема специализации, выбора дальнейшей трудовой деятельности. А на сегодняшний день очень популярны и пользуются большим спросом профессии программиста, дизайнера, SEO-специалиста, web-аналитика, QA-инженера, поэтому многие обучающиеся проявляют большой интерес к информатике, стремятся уже в школе получить как можно больше знаний по этой теме и не только на уроке, но и во внеурочное время [15].

В связи с такой широкой потребностью возникает вопрос о необходимости преподавания компьютерного моделирования учащимся старших классов средней школы.

Именно поэтому мы считаем, что курс «Имитационное моделирование» заинтересует учащихся и даст им возможность сориентироваться перед огромным выбором профессий.

Компьютерное моделирование позволяет создать на экране компьютера живую, запоминающуюся динамическую картину натуральных экспериментов или явлений и открывает для учителя широкие возможности по совершенствованию уроков.

Под компьютерными моделями следует понимать компьютерные программы, имитирующие физические опыты, явления или идеализированные модельные ситуации, встречающиеся в физических задачах. Наибольший

интерес у учащихся вызывают компьютерные модели, в рамках которых можно управлять поведением объектов на экране компьютера, изменяя величины числовых параметров, заложенных в основу соответствующей математической модели. Некоторые модели позволяют одновременно с ходом эксперимента наблюдать в динамическом режиме построение графических зависимостей от времени и ряда физических величин, описывающих эксперимент. Подобные модели представляют особую ценность, так как учащиеся, как правило, испытывают значительные трудности при построении и чтении графиков [7].

Компьютерные модели легко вписываются в традиционный урок, позволяя учителю продемонстрировать почти живьём многие физические эффекты, которые обычно мучительно и долго объясняются на пальцах. Кроме того, компьютерные модели позволяют учителю организовывать новые, нетрадиционные виды учебной деятельности.

Разработанный курс «Имитационное моделирование» предназначен для учащихся старших классов профильного курса информатики. В нём рассмотрены основные концепции работы с компьютерным моделированием и приведены приёмы практической работы с моделями.

Излагаемая теоретическая часть вполне доступна для восприятия учащимися.

Методика заключается в том, что весь процесс обучения разбит на 2 основных блока:

- ✓ Введение в компьютерное моделирование.
- ✓ Моделирование в различных областях.

Завершающим этапом обучения моделированию является тест.

Такая структура наиболее удобна для понимания и состоит из логически связанных компонентов.

Основной целью разработанной методики преподавания элективного курса является стремление заинтересовать обучающихся в изучении темы.

Интерес пробуждает положительную мотивацию, приводит к активизации учащихся и, в конечном счете, к повышению эффективности

учебно-познавательной деятельности. На наш взгляд, основной задачей учителя является развитие творческих способностей, креативного и логического мышления. Что помогает разнообразить ученику учебный процесс и приводит к осознанному выбору, как будущей профессии, так и выбору высшего образовательного учреждения [7].

Я считаю, что задача учителя не только в том, чтобы научить учащегося конкретным наукам, но и научить принимать самостоятельные, взвешенные решения.

Ниже приведено краткое описание занятий.

Занятие 1

Тема: Становление и развитие имитационного моделирования.

Тип урока: Лекция

Цели:

Цель обучающая:

- Знать о происхождении имитационного моделирования;
- Понимать к чему приводят ошибки при построении модели;
- Понимать необходимость имитационного моделирования в современном обществе;

Цель развивающая:

- Развитие познавательного интереса.

Цель воспитательная:

- Формирование у школьников современного научного мировоззрения.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. Структура спецкурса – 8 мин.
- 2) Изучение нового материала. Понятия – 30 мин.
- 3) Подведение итогов. Домашнее задание – 7 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) В каких сферах используется имитационное моделирование?
- 2) Каковы задачи и цели имитационного моделирования?
- 3) Как возникло имитационное моделирование?

4) Каковы достоинства и недостатки имитационного моделирования?

Домашнее задание:

Необходимо к следующему заданию изучить лекцию №1, придумать свой пример использования имитационного моделирования.

Трудности при изучении данной темы:

- 1) Возникают трудности с восприятием понятия «имитационное моделирование»
- 2) Не все могут привести пример имитационного моделирования.
- 3) Все имеют разный уровень подготовки. Не все учащиеся осознают потребность в работе с имитационным моделированием.

Занятие 2

Тема: Основные понятия имитационного моделирования. Классификация моделей.

Тип урока: Лекция

Цели:

Обучающая:

- Знакомство с понятием «Компьютерное моделирование»;
- Знать определение «Имитационное моделирование»;
- Знать определение «Имитационная модель»;
- Знать определение «Имитация»;
- Знать основные направления компьютерного моделирования;
- Выявить достоинства и недостатки имитационного моделирования;
- Знать классификацию моделей.

Воспитательная:

- Расширение и углубление имеющихся знаний;
- Формирование знаний терминологии;

Развивающая:

- Расширить кругозор в области моделирования.

Ход урока:

- 1) Организационный момент. План урока – 3 мин.

- 2) Повторение изученного материала – 7 мин.
- 3) Изучение нового материала– 30 мин.
- 4) Подведение итогов урока. Домашнее задание – 5 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое имитационное моделирование?
- 2) Что такое имитационная модель?
- 3) В каких случаях резонно применять имитационное моделирование?
- 4) Какова современная классификация моделей?
- 5) Каковы отличия между структурной, функциональной и структурно-функциональной моделью?
- 6) Что такое Математическое и аналитическое моделирование?

Домашнее задание:

- 1) Необходимо к следующему занятию изучить лекцию №2, выучить основные определения.

Трудности при изучении данной темы:

- 1) Затрудняются в определении имитационного моделирования.
- 2) Не совсем понимают к каким классам относятся данные модели.

Занятие 3

Тема: Языки, системы, методы и разновидности моделирования.

Тип урока: Лекция

Цели:

Цель обучающая:

- Иметь представления о видах моделирования;
- Знать названия языков моделирования;
- Знать методы моделирования;
- Иметь представление о методе Монте-Карло;

Цель развивающая:

- Развитие познавательного интереса.

Цель воспитательная:

- Формирование у школьников современного научного мировоззрения.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. Структура спецкурса –8мин.
- 2) Изучение нового материала. Понятия – 30 мин.
- 3) Подведение итогов. Домашнее задание – 7 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие виды моделирования вам известны?
- 2) Приведите примеры языков моделирования?
- 3) Что такое метод Монте-Карло?
- 4) Какие методы моделирования вам известны?

Трудности при изучении данной темы:

- 1) Возникают трудности с восприятием понятия «язык моделирование»

Занятие 4

Тема:Перспективы развития и использования методов и средств компьютерного моделирования в информационном обществе.

Тип урока: Лекция

Цели:

Обучающая:

- Знать определение «Имитационное моделирование»;
- Иметь представление о перспективах имитационного моделирования;
- Иметь представление о модели образовательной системы;

Воспитательная:

- Расширение и углубление имеющихся знаний;
- Формирование знаний терминологии;

Развивающая:

- Расширить кругозор в области моделирования.

Ход урока:

- 1) Организационный момент. План урока – 3 мин.
- 2) Повторение изученного материала – 7 мин.
- 3) Изучение нового материала – 30 мин.

4) Подведение итогов урока. Домашнее задание – 5 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое имитационное моделирование?
- 2) Что такое имитационная модель?
- 3) Каковы перспективы использования имитационного моделирования?
- 4) Какова современная классификация моделей?

Трудности при изучении данной темы:

- 1) Затрудняются в определении имитационного моделирования.

Занятие 5

Тема: Использование имитационного моделирования в Физике.

Тип урока: Комбинированное занятие

Цели:

Обучающая:

- Иметь представление о работе маятника;
- Понимать перспективы использования имитационного моделирования в Физике;

Развивающая:

- Развитие навыков работы с компьютером;

Воспитательная:

- Формирование творческого мышления, внимательности и аккуратности.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. План урока – 5 мин.
- 2) Повторение изученного материала, краткий разбор домашнего задания – 3 мин.
- 3) Объяснение нового материала – 15 мин.
- 4) Практическая часть – 20 мин.
- 5) Домашнее задание – 2 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) Для каких целей необходимо имитационное моделирование на уроках Физики?
- 2) Для каких еще тем по Физике можно использовать моделирование?

Трудности при изучении данной темы.

- 1) Некоторые учащиеся затруднялись в запуске VisualStudio.
- 2) Затруднения в освоении рабочей среды и интерфейса VisualStudio.
- 3) Затруднения в работе с Панелью Инструментов.

Занятие 6

Тема: Использование имитационного моделирования в Биологии.

Тип урока: Комбинированное занятие

Цели:

Обучающая:

- Освоить рабочую среду и интерфейс VisualStudio;
- Научиться создавать объекты, сохранять и закрывать приложение;
- Научиться работать с панелью инструментов и создавать элементарные программы.

Развивающая:

- Развитие навыков работы в среде программирования VisualStudio.

Воспитательная:

- Формирование творческого мышления, внимательности и аккуратности.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. План урока. – 2 мин.
- 2) Повторение изученного материала, краткий разбор домашнего задания – 3 мин.
- 3) Объяснение нового материала. – 15 мин.
- 4) Практическая часть. – 20 мин.
- 5) Подведение итогов. – 3 мин.
- 6) Домашнее задание. – 2 мин.

Контрольные вопросы:

1. Для каких целей необходимо имитационное моделирование на уроках Биологии?
2. Для каких тем по Биологии можно применять имитационное моделирование?

Трудности при изучении данной темы.

1. Некоторые учащиеся затруднялись в освоении рабочей среды и интерфейса VisualStudio.
2. Затруднения в работе с Панелью Инструментов.

Занятие 7

Тема: Использование имитационного моделирования в Экономике.

Тип урока: Комбинированное занятие

Цели:

Обучающая:

- Знать о применении имитационного моделирования на уроках Экономике;

Развивающая:

- Развитие навыков работы в среде VisualStudio.

Воспитательная:

- Формирование творческого мышления, внимательности и аккуратности.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. План урока. – 2 мин.
- 2) Повторение изученного материала, краткий разбор домашнего задания – 3 мин.
- 3) Объяснение нового материала – 15 мин.
- 4) Практическая часть – 20 мин.
- 5) Подведение итогов – 3 мин.
- 6) Домашнее задание – 2 мин.

Контрольные вопросы:

- 1) Для каких целей (для каких тем) необходимо имитационное моделирование в Экономике?

Трудности при изучении данной темы.

- 1) Некоторые учащиеся затруднялись в запуске VisualStudio.
- 2) Затруднения в освоении рабочей среды и интерфейса VisualStudio.
- 3) Затруднения в работе с Панелью Инструментов.

2.2. Методические рекомендации по использованию web-ресурса для элективного курса

Программной поддержкой курса является электронный учебник, разработанный с помощью системы управления соержжимым(CMS) JOOMLA, и тест.

Электронный учебник представляет собой html-документ, содержащий теоретический материал (рис. 4).

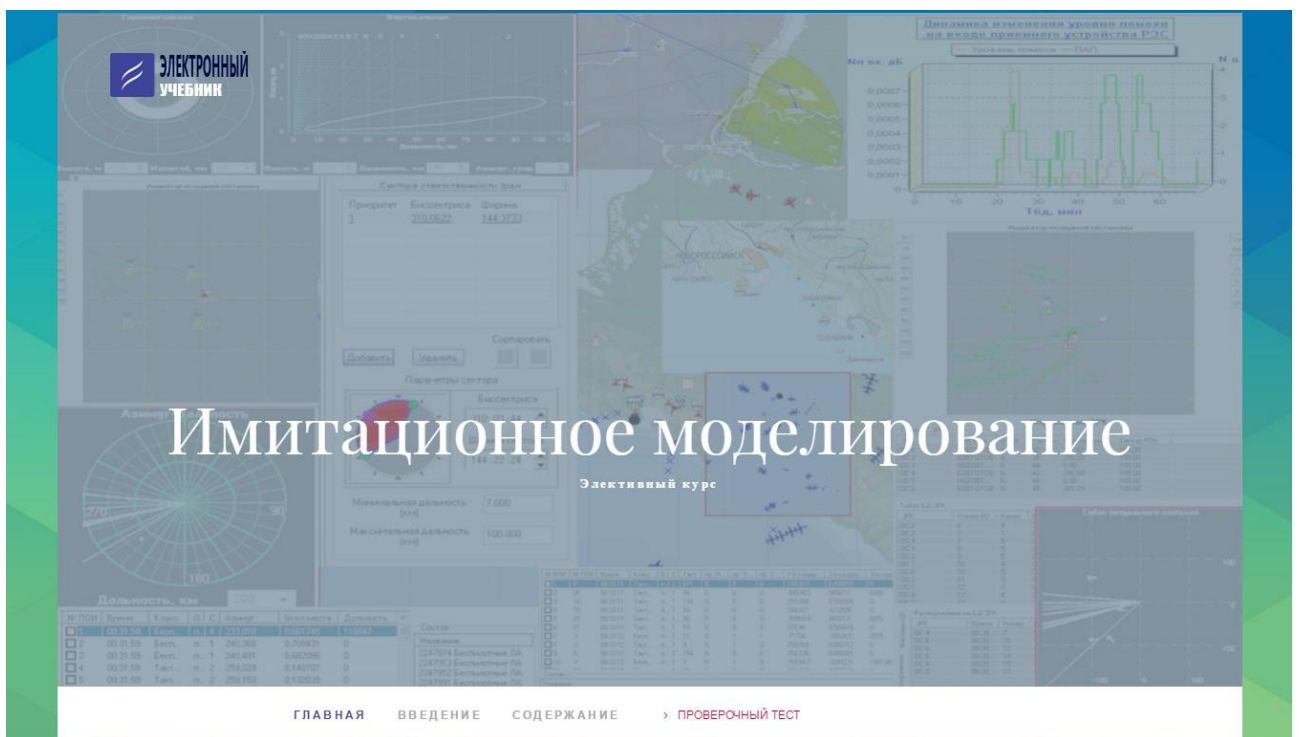


Рис. 4 Главная страница электронного учебника

На главной странице сайта находится меню навигации, где можно перейти ко введению, оглавлению, обратно к главной странице или к итоговому тестированию.

В содержании можно выбрать различные разделы курса. Все разделы кратко представлены на странице(рис. 5).

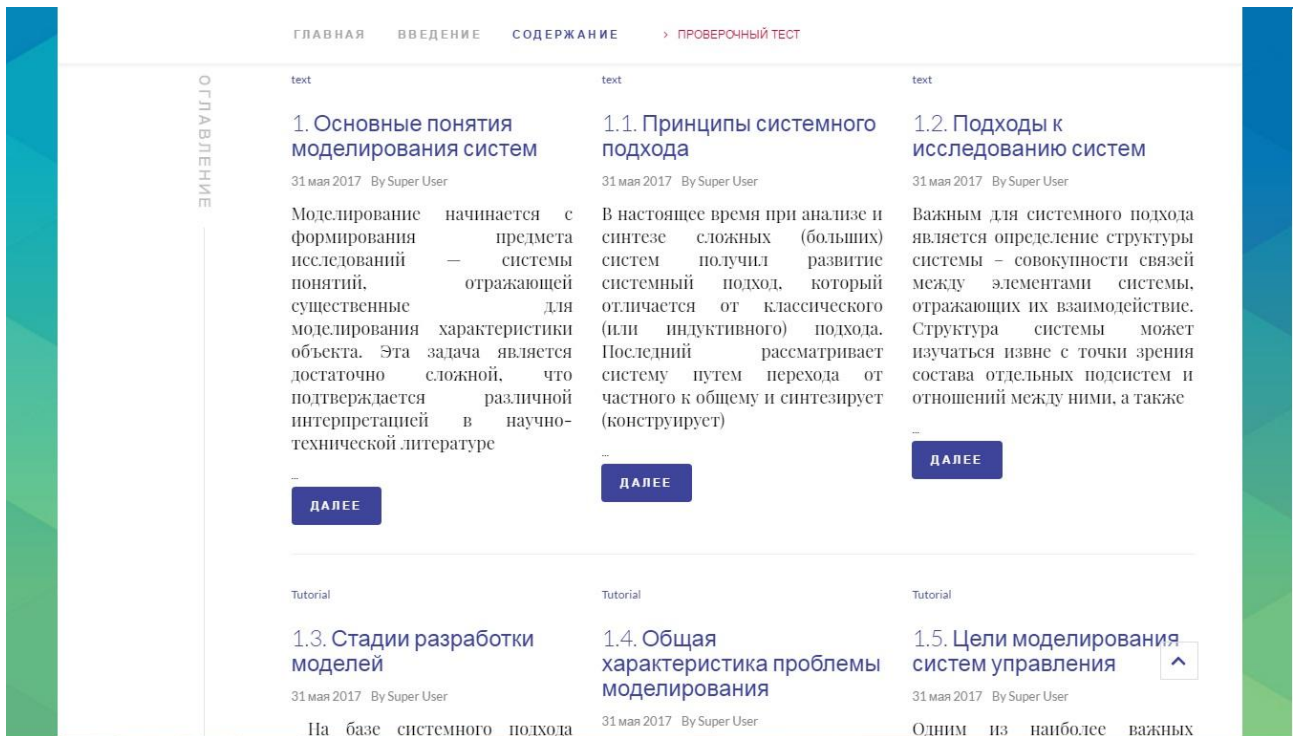


Рис. 5 Оглавление в электронном учебнике

При переходе к «проверочному тесту» запускается итоговое тестирование по курсу «Имитационное моделирование», состоящее из 12 вопросов(рис. 6).

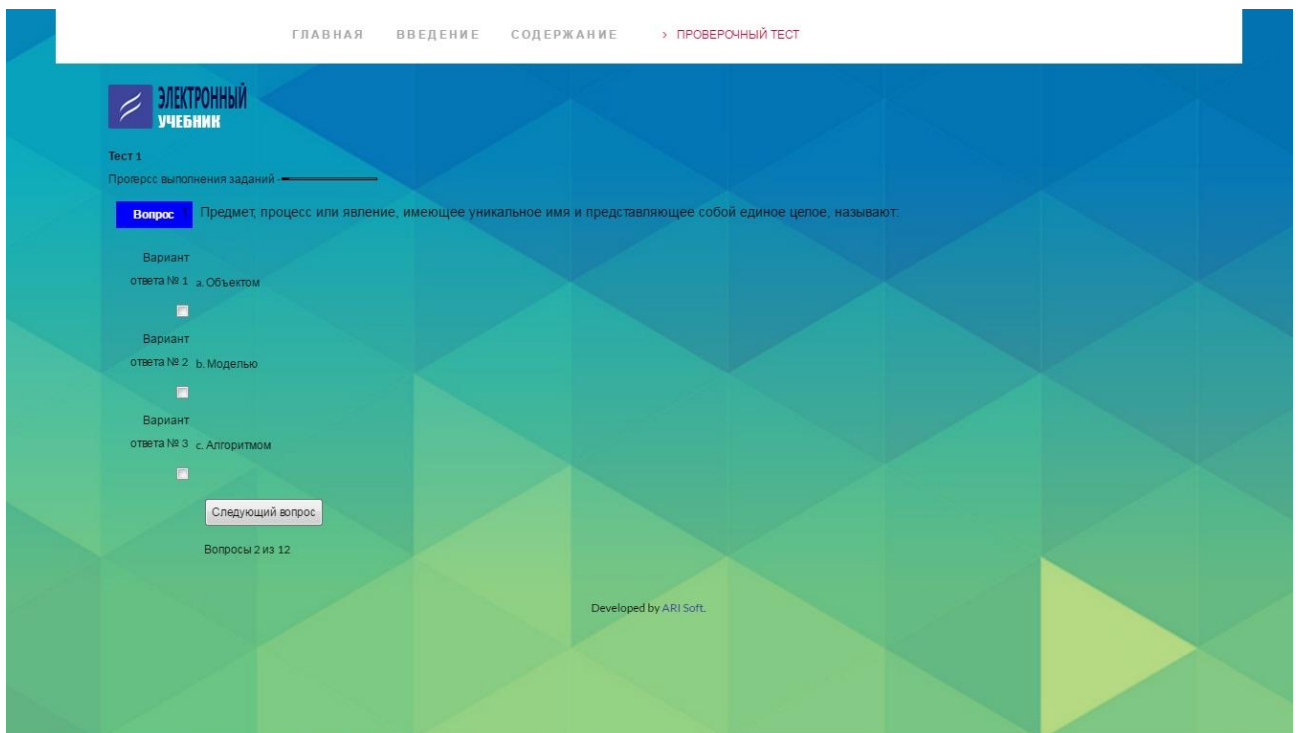


Рис. 6 Итоговый тест по курсу «Имитационное моделирование»

По окончании теста, будет выдан результат: количество правильных и неправильных ответов.

Апробация элективного курса проводилась в МАОУ "СОШ № 104 г. Челябинска". Эксперимент проводился в рамках элективных занятий в 11 классе. В течение 3 учебных занятий по теме «Введение в компьютерное моделирование» в лекционной форме были рассмотрены следующие темы:

1. Становление и развитие имитационного моделирования (1 час).
2. Основные понятия имитационного моделирования . Классификация моделей(2 часа).

Практика показала, что у учащихся возник интерес к изучаемой теме. Данная тема помогла учащимся систематизировать и углубить знания в области моделирования. Рассмотренные темы позволяют разнообразить учебный процесс и увеличить информационную культуру учащихся. По ходу проведения занятий у учащихся возникало достаточное количество вопросов по теме, что свидетельствует об их заинтересованности. Все предложенные задания выполнялись учащимися с удовольствием и на высоком уровне.

Занятия проводились с использованием электронного пособия, что способствовало повышению интереса к рассматриваемой теме, наглядности изложенного материала, а также повышению межпредметных связей. Также хочется отметить достаточную сложность тем курса, но в связи с тем, что данный курс преподавался у учащихся с высоким уровнем подготовки по информатике, больших трудностей не возникло.

Вывод по главе 2

Основной целью выполненного исследования является разработанный элективный курс, позволяющий старшеклассникам изучать языки, системы и разновидности моделирования, классификацию видов моделирования, перспективы, использование и способы разработки компьютерных моделей.

Использование методики, основанной на разработке моделей в среде программирования, позволит повысить интерес учащихся, разнообразить учебный процесс, повысить качество усвоенного материала.

Обучающиеся сегодня поголовно заинтересованы компьютерами, но в основном это заинтересованность в играх. Задача учителя показать учащимся, что компьютер можно использовать не только для игр и общения в социальных сетях.

Элективные курсы выполняют важную функцию – они дают обучающийсяю возможность подготовиться к самостоятельной жизни и выбрать себе профессию. Учитывая постоянно увеличивающиеся области применения компьютеров, курс «Имитационного моделирования» обязательно найдет применение в будущей профессии многих обучающихся.

Для лучшего усвоения материала нами разработан обучающий web-ресурс, который содержит теоретический материал, адаптированный для школы и тестовые задания для проверки усвоения материала.

Работе такжк представлено аоурочное планирование и разработки уроков. В приложении имеется два конспекта уроков, проведенных в ходе апробации.

Апробация элективного курса «Имитационное моделирование» в МАОУ «СОШ № 104 г. Челябинска» подтвердила выдвинутую гипотезу.

Таким образом, была подтверждена гипотеза о том, что если процесс обучения моделированию будет основываться на самостоятельной разработке моделей (в среде программирования или в системе моделирования), то это будет способствовать лучшему усвоению материала.

Заключение

В результате исследования по теме «Изучение имитационного моделирования на элективных занятиях в школе» рассмотрены основные понятия моделирования, принципы системного подхода в моделировании, приведена классификация языков и систем моделирования. Данное научное направление является перспективным, особенно в области образования.

Основным методом исследований во всех областях знаний является моделирование. Моделирование используется при оценке характеристики сложной системы. Разрабатываемые объекты и системы можно эффективно исследовать с помощью имитационных моделей. В качестве инструмента для экспериментов с моделью выступают современные компьютеры. Для этих целей разработано большое количество систем моделирования и имитаторов.

Методы моделирования в настоящее время используются в различных областях деятельности. В основном – это сфера управления различными системами, так как именно процессы принятия решений на основе получаемой информации требуют детальной проработки до введения объектов в действие.

В ходе исследования была проведена следующая работа:

- изучена научно-методическая литература по теме «Имитационное моделирование», был собран необходимый теоретический материал;
- выявлены особенности построения моделей и рассмотрены различные методы моделирования;
- разработан элективный курс по теме «Имитационное моделирование».

Разработка электронного учебника стала итогом данной выпускной квалификационной работы. На основе проведенных теоретических изысканий можно сделать вывод, что на уроках информатики, при изучении темы «Имитационное моделирование», используя электронное пособие можно значительно повысить интерес учеников к предмету и изучаемой теме, а также это позволяет разнообразить и систематизировать учебный процесс и повысить качество усвоения нового материала.

Апробация элективного курса «Имитационное моделирование» была проведена в МАОУ «СОШ № 104 г. Челябинска».

В целом можно отметить, что все поставленные задачи и цели были решены.

В ходе апробации при проведении нескольких уроков из данного элективного курса, у учащихся наблюдался повышенный интерес к теме «Компьютерное моделирование» и к предмету информатики в целом. Следовательно, можно сделать вывод о верности выдвинутой гипотезы.

Библиографический список

1. Бакалов В. П. Цифровое моделирование случайных процессов – М.: Сайнс-пресс, 2002. – 88 с. – (Серия «Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам»; вып. 4).
2. Бигдан В.Б., Гусев В.В., Марьянович Т.П., Сахнюк М.А. Становление и развитие имитационного моделирования в Украине – Киев, 2002.
3. Бояршинов М.Г. Численные методы. Ч.1,2: Учеб. пособие. – Пермь, ПГТУ, 2001. – 175с, 200с.
4. Джайн А. К. Успехи в области математических моделей для обработки изображений. – ТИИЭР. – 1981. – Т. 69, № 5. – С. 9–39.
5. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
6. Ермаков, С. М., Г. А. Михайлов Статистическое моделирование : учебное пособие – М. : Наука, 1982. – 296 с.
7. Малев В.В. Общая методика преподавания информатики: Учебное пособие. – Воронеж: ВГПУ, 2005. – 271с.
8. Мухин О. И. Моделирование систем: Электронный учебник – Пермь: ПГТУ, 2001.
9. Мухин О. И., Казенкин Д. Г. Компьютерная инструментальная система конечного пользователя Stratum 2000 for Windows для проектирования и моделирования. –Пермь, Электронно-издательские системы, 2001. – 72 с.
10. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества - М.: Машиностроение, 1988 г.
11. Садовский Л.Е., Садовский А.Л. Математика и спорт – М : Наука, 1985 г.
12. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для ВУЗов – М.: Высшая школа, 2001 г. –343 с.

13. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Лабораторный практикум - М.: Высшая школа, 1999 г. –224 с.
14. Теория и методика обучения информатике. Лапчик М.П., Семакин И.Г., Хеннер Е.К. – М.: 2008 – 592 с.
15. Угринович Н.Д. Информатика. Базовый курс: Учебник для 10-11 классов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 205 с.

Приложение Конспекты занятий

Занятие 1

Тема: Становление и развитие имитационного моделирования.

Тип урока: Лекция

Цели:

Цель обучающая:

- Знать о происхождении имитационного моделирования;
- Понимать к чему приводят ошибки при построении модели;
- Понимать необходимость имитационного моделирования в современном обществе;

Цель развивающая:

- Развитие познавательного интереса.

Цель воспитательная:

- Формирование у школьников современного научного мировоззрения.

Ход урока.

- 1) Организационный момент. Структура спецкурса. – 8 мин.
- 2) Изучение нового материала. Понятия – 30 мин.
- 3) Подведение итогов. Домашнее задание. – 7 мин.

Этапы	Учитель	Ученик	Тетрадь	Время
Организационный момент	Здравствуйте! (знакомится с учениками, отмечает отсутствующих) Тема нашего курса «Имитационное моделирование». Наш курс рассчитан на 14 часов, на последнем занятии у вас будет проведен тест.	Ученик приветствует учителя	ФИО учителя Имитационное моделирование	5
Сообщение темы, целей, мотивация	Тема нашего сегодняшнего урока «Становление и развитие имитационного моделирования». Мы будем говорить о происхождении имитационного моделирования, о необходимости имитационного моделирования в современном обществе и узнаем, к чему приводят ошибки при построении имитационных моделей.		Становление и развитие имитационного моделирования	3
Изучение	Исторически имитационное		Примером	30

<p>нового материала</p>	<p>моделирование (simulation modeling) родилось еще в докомпьютерную эпоху. Название оно получило чуть позднее, по аналогии с моделированием физическим. Последнее, начавшись с макетов дворцов и соборов, создаваемых оперативными масонами, достигло зрелости в бассейнах, где исследовались гидродинамические характеристики моделей кораблей.</p> <p>Так, параллельно с исследованием обводов броненосцев, проводилось исследование их боевых характеристик, то есть способности одержать вверх над вражеским кораблем, имеющим ту или иную толщину брони, схему бронирования, калибр и скорострельность артиллерийских орудий и пр.</p> <p>Расчеты были на удивление просты. Весь инструментарий составляли бумага, перо, таблица логарифмов и игральные кости в качестве генератора случайных чисел. Тем не менее, своей цели они достигали. Конечно, если к ним относились серьезно. Как было, к примеру, с проектированием британского броненосца «Dreadnought», давшего название целому классу кораблей.</p> <p>Примером пренебрежения моделированием, вошедшим в историю, является планирование японцами захвата атолла Мидуэй в 1942 году. Кости (игральные), с помощью которых моделировались результаты налета американской авиации на японские корабли, дали девять попаданий. На цифры не обратили внимания, а через месяц пикирующие бомбардировщики «Dauntless» превратили в костры четыре японских авианосца, переломив ход войны в пользу Объединенных наций. Это показало, что даже в военной ситуации простейшие методы имитационного моделирования могли давать достаточно точные результаты.</p> <p>Метод имитационного моделирования основан на имитации воздействия случайных факторов на изучаемое явление или процесс. Смысл метода заключается в многократной реализации с</p>		<p>пренебрежения моделированием, вошедшим в историю, является планирование японцами захвата атолла Мидуэй в 1942 году.</p> <p>Метод имитационного моделирования основан на имитации воздействия случайных факторов на изучаемое явление или процесс. Смысл метода заключается в многократной реализации с помощью ЭВМ моделируемого процесса. Каждая реализация носит случайный характер. Достоверность окончательного решения достигается статистической обработкой результатов по множеству реализаций.</p> <p>Имитационное моделирование занимает промежуточное положение между экспериментальными и математическими методами.</p> <p>Имитационное моделирование, как новое научное направление в прикладной математике и кибернетике начало интенсивно развиваться в конце 60-х годов.</p>	
--------------------------------	--	--	--	--

	<p>помощью ЭВМ моделируемого процесса. Каждая реализация носит случайный характер. Достоверность окончательного решения достигается статистической обработкой результатов по множеству реализаций. Имитационное моделирование занимает промежуточное положение между экспериментальными и математическими методами. По способу получения данных об изучаемом процессе (например, деятельности оператора) метод является математическим, а по характеру их получения и использования он копирует экспериментальные методы. Поэтому имитационное моделирование называют также машинным или математическим экспериментом.</p> <p>Имитационное моделирование, как новое научное направление в прикладной математике и кибернетике начало интенсивно развиваться в конце 60-х годов, когда стали широко внедряться и использоваться сложные технические системы в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности (космос, транспорт, биология, медицина, экономика, новые технологии на производстве и др.).</p> <p>Такие системы базируются на средствах вычислительной техники, включают в свой состав сложные измерительные и управляющие комплексы, технологическое оборудования, людей-операторов. Их исследование традиционными математическими средствами стало невозможным или же они описываются настолько большим количеством математических соотношений, что найти решения возникающих задач практически невозможно в приемлемое время даже с помощью мощных ЭВМ. Законы функционирования подобных систем не всегда известны, либо имеют вероятностную природу. Поведение систем во многом определяется человеческим фактором, создающим дополнительную неопределенность при попытке его учета. Создаваемые</p>			
--	---	--	--	--

	<p>системы во многом уникальны, что не позволяет зачастую в полной мере использовать данные и информацию, полученные на других аналогичных системах. Эксперименты с самой системой либо невозможны, либо имеют крайне ограниченное значение. Кроме того, системы большого масштаба - многофункциональны, т. е. качество их работы оценивается по многим составляющим.</p>			
Подведение итогов урока	<p>Итак, сегодня вы узнали, что такое имитационное моделирование, перспективы его использования. Также узнали к каким необратимым последствиям может привести неправильный расчет или неверные параметры при построении имитационной модели. Теперь ответьте мне на некоторые вопросы касающиеся нашей сегодняшней темы (контрольные вопросы).</p> <p>На следующем занятии мы рассмотрим основные понятия темы «Имитационное моделирование». А также классификацию и виды имитационных моделей.</p> <p>Дома внимательно просмотрите сегодняшнюю нашу лекцию и подумайте над своим примером имитационной модели</p>		<p>Д/з: изучить Лекцию №1 и придумать свой пример имитационной модели</p>	7

Контрольные вопросы:

- 1) В каких сферах используется имитационное моделирование?
- 2) Каковы задачи и цели имитационного моделирования?
- 3) Как возникло имитационное моделирование?
- 4) Каковы достоинства и недостатки имитационного моделирования?

Домашнее задание:

- 1) Необходимо к следующему заданию изучить лекцию №1, придумать свой пример использования имитационного моделирования.

Трудности при изучении данной темы:

1. Возникают трудности с восприятием понятия «имитационное моделирование»
2. Не все могут привести пример имитационного моделирования.

3. Все имеют разный уровень подготовки. Не все учащиеся осознают потребность в работе с имитационным моделированием.

Занятие 2

Тема: Основные понятия имитационного моделирования . Классификация моделей.

Тип урока: Лекция

Цели:

Обучающая:

- Знакомство с понятием «Компьютерное моделирование»;
- Знать определение «Имитационное моделирование»;
- Знать определение «Имитационная модель»;
- Знать определение «Имитация»;
- Знать основные направления компьютерного моделирования;
- Выявить достоинства и недостатки имитационного моделирования;
- Знать классификацию моделей.

Воспитательная:

- Расширение и углубление имеющихся знаний;
- Формирование знаний терминологии;

Развивающая:

- Расширить кругозор в области моделирования.

Ход урока:

- 1) Организационный момент. План урока – 3 мин.
- 2) Повторение изученного материала – 7 мин.
- 3) Изучение нового материала – 30 мин.
- 4) Подведение итогов урока. Домашнее задание – 5 мин

Этапы	Учитель	Ученик	Тетрадь	Время
Организационный момент	Здравствуйте! (отмечает отсутствующих)	Ученик приветствует учителя		3

<p>Сообщение темы, целей, мотивация, повторение изученного материала.</p>	<p>Тема нашего сегодняшнего урока «Основные понятия имитационного моделирования. Классификация моделей». Сегодня мы будем знакомиться с основными понятиями курса, такими как имитационное моделирование, имитация, модель. Узнаем о существующих видах моделей и о их классификации. Но для начала мы повторим то, что изучали на предыдущем занятии. Ответьте мне на некоторые вопросы: в каких сферах используется имитационное моделирование? каковы задачи и цели имитационного моделирования? как возникло имитационное моделирование? На прошлом занятии у вас было домашнее задание придумать «свою» имитационную модель. Кто придумал? А теперь перейдем к нашей сегодняшней теме.</p>		<p>Основные понятия моделирования систем. Классификация моделей</p>	7
<p>Изучение нового материала</p>	<p>В основе моделирования лежит <i>теория подобия</i>, которая утверждает, что абсолютное подобие может иметь место лишь при замене одного объекта другим точно таким же. При моделировании абсолютное подобие не имеет места и стремится к тому, чтобы модель достаточно хорошо отображала исследуемую сторону функционирования объекта.</p> <p>В качестве одного из первых признаков классификации видов моделирования можно выбрать степень полноты модели и разделить модели в соответствии с этим признаком на полные, неполные и приближенные. В основе полного моделирования лежит полное подобие, которое проявляется как во времени, так и в пространстве. Для неполного моделирования характерно неполное подобие модели изучаемому объекту. В основе приближенного моделирования лежит приближенное подобие, при котором некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем.</p> <p>Под <i>математическим моделированием</i> понимается процесс установления соответствия данному реальному объекту</p>		<p>Первый признак классификации видов моделирования: степень полноты модели и разделить модели в соответствии с этим признаком на полные, неполные и приближенные. В основе полного моделирования лежит полное подобие, которое проявляется как во времени, так и в пространстве. Для неполного моделирования характерно неполное подобие модели изучаемому объекту. В основе приближенного моделирования лежит приближенное подобие, при котором некоторые стороны функционирования реального объекта</p>	30

	<p>некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и задач исследования объекта и требуемой достоверности и точности решения этой задачи.</p> <p>Математическое моделирование для исследования характеристик процесса функционирования систем можно разделить на аналитическое, имитационное и комбинированное.</p> <p><i>Для аналитического моделирования</i> характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, интегро-дифференциальных, конечно-разностных и т. п.) или логических условий. Аналитическая модель может быть исследована следующими методами:</p> <p>а) аналитическим, когда стремятся получить в общем, виде явные зависимости для искомых характеристик;</p> <p>б) численным, когда, не умея решать уравнений в общем виде, стремятся получить числовые результаты при конкретных начальных данных;</p> <p>в) качественным, когда, не имея решения в явном виде, можно найти некоторые свойства решения (например, оценить устойчивость решения).</p> <p>В настоящее время распространены методы машинной реализации исследования характеристик процесса функционирования больших систем. Для реализации математической модели на ЭВМ необходимо построить соответствующий моделирующий алгоритм.</p> <p>При <i>имитационном моделировании</i> реализующий модель алгоритм воспроизводит</p>		<p>не моделируются совсем.</p> <p>Под <i>математическим моделированием</i> понимается процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта.</p> <p><i>Для аналитического моделирования</i> характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений или логических условий. При <i>имитационном моделировании</i> реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность</p>	
--	---	--	--	--

	<p>процесс функционирования системы во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики системы.</p> <p>Основным преимуществом имитационного моделирования, по сравнению с аналитическим, является возможность решения более сложных задач. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто создают трудности при аналитических исследованиях. В настоящее время имитационное моделирование — наиболее эффективный метод исследования больших систем, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.</p> <p>ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ - метод исследования каких-либо явлений и процессов методом статистических испытаний (метод Монте-Карло) с помощью ЭВМ.</p> <p>ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ - модель, используемая в процессе имитационного моделирования. Имитационная модель включает в себя моделирующие алгоритмы и программы, а также те или иные структуры ЭВМ, участвующие в моделировании.</p> <p>ИМИТАЦИЯ - воспроизведение характеристик некоторой системы, ситуации, события или явления в обстановке, отличной от той, в которой протекает реальное явление.</p> <p>Разновидностью системных имитационных моделей являются имитационные</p>		<p>оценить характеристики системы.</p> <p>ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ - метод исследования каких-либо явлений и процессов методом статистических испытаний (метод Монте-Карло) с помощью ЭВМ.</p> <p>ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ - модель, используемая в процессе имитационного моделирования. Имитационная модель включает в себя моделирующие алгоритмы и программы, а также те или иные структуры ЭВМ, участвующие в моделировании.</p> <p>ИМИТАЦИЯ - воспроизведение характеристик некоторой системы, ситуации, события или явления в обстановке, отличной от той, в которой протекает реальное явление. Разновидностью системных имитационных моделей являются имитационные структурные, функциональные и структурно-функциональные модели.</p> <p>Под <i>структурной моделью</i> понимается модель, которая имитирует внутреннюю организацию оригинала.</p> <p><i>Функциональная</i></p>	
--	---	--	---	--

	<p>структурные, функциональные и структурно-функциональные модели.</p> <p>Под <i>структурной моделью</i> понимается модель, которая имитирует внутреннюю организацию оригинала (объекта, процесса или явления). Степень тождественности между оригиналом и моделями этого типа устанавливается исходя из точности математического описания структуры моделируемого объекта (явления).</p> <p><i>Функциональная математическая модель</i> описывает способ поведения оригинала, его функцию.</p> <p>Имеется несколько математических методов построения функциональных моделей. Особое место среди них занимают методы, реализующие идею «черного ящика». Понятие «черный ящик» выражает такое отношение исследователя к функциональной системе, когда внутренняя структура объекта неизвестна, а известны и изучаются лишь параметры ее «выхода» и «входа». Идея «черного, ящика» имеет большое познавательное значение. Однако не следует переоценивать его роль в конкретно-прикладных экономических исследованиях.</p> <p><i>Структурно-функциональные модели</i> являются синтезом структурных и функциональных имитационных моделей. Эти модели позволяют получать достаточно точные и достоверные прогнозы, удовлетворяют требованиям управления производством. Для формализации определения и раскрытия сущности, имитационных структурно-функциональных моделей используется метод идентификации, основанный на отождествлении объекта-оригинала и его математического описания на основе наблюдений, проведенных над объектом-оригиналом в условиях нормального его функционирования.</p>		<p><i>математическая модель</i> описывает способ поведения оригинала, его функцию.</p> <p><i>Структурно-функциональные модели</i> являются синтезом структурных и функциональных имитационных моделей. Эти модели позволяют получать достаточно точные и достоверные прогнозы, удовлетворяют требованиям управления производством.</p>	
<p>Подведение итогов урока</p>	<p>Итак, сегодня вы узнали, что такое имитационное моделирование, имитация и модель. А также</p>		<p>Д/з: изучить Лекцию №1 и придумать свой</p>	<p>5</p>

	<p>выяснили какая классификация моделей существует. Теперь ответьте мне на некоторые вопросы касающиеся наше сегодняшней темы (контрольные вопросы). На следующем занятии мы рассмотрим тему «Языки, системы, методы и разновидности моделирования.». Дома внимательно просмотрите сегодняшнюю нашу лекцию и приготовьтесь к вопросам на следующем уроке .</p>		<p>пример имитационной модели</p>	
--	--	--	-----------------------------------	--

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое имитационное моделирование?
- 2) Что такое имитационная модель?
- 3) В каких случаях резонно применять имитационное моделирование?
- 4) Какова современная классификация моделей?
- 5) Каковы отличия между структурной, функциональной и структурно-функциональной моделью?
- 6) Что такое Математическое и аналитическое моделирование?

Домашнее задание:

- 1) Необходимо к следующему занятию изучить лекцию №2, выучить основные определения.

Трудности при изучении данной темы:

- 1) Затрудняются в определении имитационного моделирования.
- 2) Не совсем понимают к каким классам относятся данные модели.