

Мельников О.И., Дегтяр С.Н.

### Связь логико-алгоритмического и системно-комбинаторного типов мышления с математическим моделированием при обучении моделированию

Мельников Олег Исидорович, доктор педагогических наук, профессор кафедры математической кибернетики  
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь  
Дегтяр Светлана Николаевна, старший преподаватель кафедры информатики и МПИ  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина, г. Мозырь, Беларусь

**Аннотация.** В работе анализируется взаимосвязь математического моделирования и воспитания логико-алгоритмического и системно-комбинаторного типов мышления при обучении будущих учителей.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, модель, мышление, логико-алгоритмический тип мышления, системно-комбинаторный тип мышления

Математическое моделирование в настоящее время стало одним из главных источников новой информации, является уникальным инструментом, с помощью которого можно получить достаточно успешные результаты научных исследований практически во всех науках. Кроме того, благодаря его комплексности, позволяющей учитывать огромное количество данных различных отраслей науки, математические модели широко используются при решении производственных задач.

Это привело к тому, что в учебные программы различных технических и гуманитарных вузов были введены дисциплины, связанные с исследованием моделей. Как правило, при чтении соответствующих курсов основное внимание уделяется анализу уже построенных моделей.

В то же время при обучении математике в средней школе Республики Беларусь моделирование почти не встречается. Хотя в «Концепции по учебному предмету «Математика» для общеобразовательных учреждений с 11-летним сроком обучения» [1] есть ритуальная фраза об «увеличении роли и значения моделирования», неявное знакомство с ним ограничивается лишь решением текстовых задач. Незначительное число часов уделяется на моделирование при изучении информатики, однако сам термин «математическая модель» даже не включен в Стандарт дисциплины «Информатика», рассматривается только понятие, назначение информационной модели. Большинство разделов базового курса информатики имеют прямое отношение к моделированию. Специфика информатики в том, что она использует модели всевозможных форм и видов. С понятием «математическое моделирование» в курсе информатики учащиеся знакомятся на внеклассных занятиях по предмету (кружках, факультативах) в старших классах.

По нашему мнению, при подготовке учителей математики и информатики в педагогических вузах необходимо уделять больше внимания в области моделирования.

Эта работа посвящена взаимосвязи при подготовке учителей обучению построению и анализу математических моделей и воспитанию двух взаимодополняющих типов мышления: логико-алгоритмического и системно-комбинаторного.

Логико-алгоритмический и системно-комбинаторный типы мышления были введены в работе [3], обобщены и дополнены в работе [4].

Логико-алгоритмический тип предполагает следующие умения:

- получать и оценивать эмпирический материал;
- мыслить индуктивно, выдвигать предположения и гипотезы на основании эмпирического материала;
- мыслить дедуктивно при доказательстве утверждений о свойствах объектов и явлений;
- планировать действия по реализации своих намерений;
- формализовать планы действия в виде алгоритмов и записывать эти алгоритмы, определять последовательность действий;
- оценивать алгоритмы с точки зрения их точности и эффективности.

Системно-комбинаторный тип предполагает следующие умения:

- выделять основные и случайные элементы объектов и явлений, их связи и свойства;
- расчленять объект, предмет, понятие на части, а также осуществлять обратный ход мыслей (анализ, синтез);
- переходить от частного случая задачи к общему и обратно, осуществляя перебор или комбинацию исходных элементов задачи; отдельных частей или их сочетаний, полученных в результате расчленения изучаемого объекта;
- представлять структуру сложных объектов и явлений;
- видеть объекты и явления в целостности и взаимосвязи;
- иметь несколько взаимодополняющих точек зрения на один предмет.

В логико-алгоритмическом типе предложенные умения можно дополнить:

- умением кодировать алгоритмы для реализации их компьютере;
- умением интерпретировать результаты компьютерного решения задач;
- умением предвидеть изменение реакции объекта на изменение воздействия на него.

В системно-комбинаторном типе предложенные умения можно дополнить:

- умением выделять в общей задаче ряда более простых подзадач, решение которых приведет к решению исходной задачи;
- умением находить различные пути решения одной и той же задачи;
- умением осуществлять поиск различных путей оформления решения.

Логико-алгоритмическая тип мышления непосредственно связан с алгоритмической составляющей обучения, которая учит быстрому выделению из комплекса условий ранее знакомых и оптимальному поведению при конкретных обстоятельствах. Системно-

комбинаторный тип больше связан с *эвристической составляющей обучения*, которая учит, как находить приемлемое решение при новых, незнакомых обстоятельствах.

Рассмотрим типы мышления по отношению к этапам построения модели.

Как правило, построение модели начинается с уточнения постановки задачи. Часто заказчик исследования не является математиком, плохо знает исследуемый объект, смутно представляет, что же он хочет получить. Поэтому при проведении предварительного изучения объекта следует *получить и правильно оценить эмпирический материал*. Это позволит создать чувственный образ объекта. Чувственный образ – это неформальное представление математика об объекте, при котором он интуитивно представляет, как тот устроен и что в нем главное. При построении чувственного образа математик должен *видеть объекты и явления в целостности и взаимосвязи*.

При этом может оказаться, что изучаемый материал громоздок, плохо структурирован, перегружен составляющими частями и связями между ними. Математику следует *выделить основные и случайные элементы моделируемых объектов, их связи и свойства*. Следует понимать, что модель – это гомоморфный образ объекта, явления или ситуации. Суть гомоморфизма в переходе от более сложных систем отношений к более простым при сохранении существенных особенностей. Упрощение образа следует проводить, отсекая второстепенные составляющие объекта и второстепенные связи между ними.

Этот этап позволяет точнее определить место, влияние, взаимосвязи, возможности объекта в более общей системе объектов и конкретизировать задачу исследования, *представить структуру сложного объекта или явления*. На этом этапе возможно *подразбиение решаемой задачи на составляющие ее подзадачи*.

На основании эмпирического материала происходит *выдвижение различных предположений и гипотез*. Возможно выдвижение нескольких взаимодополняющих или даже противоречащих друг другу гипотез. Одновременно проводятся научные исследования гипотез, при этом чувственный образ постоянно уточняется и постепенно, после выбора окончательной гипотезы о строении объекта, превращается в образ модели. Следует отметить, что иногда приходится строить модели объектов, о которых мало что известно. В этом случае выдвигается гипотеза о строении объекта и моделируется не существующая, а гипотетическая реальность. Из-за недостатка информации возможно построение различных моделей описывающих одно и то же. В качестве примеров можно привести модели солнечной системы Птолемея и Коперника, модели строения атома Бора, Томпсона и Резерфорда и т. д. Следует отметить, что практический результат моделирования существенно зависит от соответствия используемой гипотезы и действительного состояния объекта.

Далее начинается построение самой модели. Для этого математик должен выбрать язык описания. Один и тот же объект можно описывать по-разному, и это тоже приводит к различным моделям.

Формальное описание образа модели с помощью математических средств и приводит к начальной модели. Еще до построения модели необходимо четко разделить параметры, описывающие систему, на две группы: управляемые и неуправляемые. Тех и других должно быть, как можно меньше. Как правило, с управляемыми параметрами хлопот меньше, поскольку обычно ясно, какие возможности влиять на ситуацию имеет пользователь модели. А вот с неуправляемыми параметрами хуже. С одной стороны, при недостаточном изучении объекта, часто трудно определить степень влияния разных параметров на его поведение. С другой стороны, хотелось бы, чтобы модель точнее описывала объект, однако при этом модель может оказаться перегруженной частностями и трудной для исследования. Поэтому при построении моделей происходит воспитание *критического мышления*.

После построения модели начинается ее теоретическое исследование. На этом этапе необходимо умение математика *мыслить дедуктивно при доказательстве утверждений о свойствах объектов и явлений*. Он должен разработать *алгоритмы для исследования и закодировать их для обработки на ПК*. Желательно, чтобы *точность и эффективность алгоритмов были оценены еще до начала кодирования*.

После введения закодированной модели в память компьютера она превращается в компьютерную модель и начинается ее одновременное теоретическое и компьютерное исследование.

Одновременно следует проводить проверку модели на ее адекватность моделируемому объекту, т. е. соответствуют ли некотором действии на объект и модель их реакции на это действие. (К сожалению, иногда на объект подействовать по разным причинам невозможно.) Следует отметить, что для модели важно не столько то, как точно она описывает объект, а то, как не позволяет пользоваться на практике результатами исследования. В качестве иллюстрации этого положения можно вспомнить, что модель Солнечной системы Птолемея, не соответствующая ее действительному строению, использовалась в течение многих веков, поскольку позволяла ориентироваться во время морских путешествий.

В процессе исследований происходят уточнение гипотезы и модели.

Одно из возможных изменений следующее. Построенная математиком модель очень хорошо описывает объект, однако времени, заданного заказчиком для исследования модели на конкретном ПК для этого не хватает. Математик может далее пойти одним из двух путей: или упростить модель, или упростить алгоритм. В каждом из этих случаев качество исследования ухудшится, однако возможно, что оно будет вполне приемлемо для поставленных целей. Поэтому математик должен *обладать умением оценивать возможные изменения при решении задачи при некоторых изменениях в ее условии*.

Теоретические и компьютерные исследования дают возможность предложить заказчику практические рекомендации, связанные с объектом или явлением. Иногда от постановки задачи до появления рекомендаций проходит некоторое время, за которое объект

или явление несколько изменяются, и поэтому необходима коррекция модели.

После компьютерного исследования модели математик *должен суметь сделать правильные выводы из представленного компьютером материала.*

Знакомство с логико-алгоритмическим и системно-комбинаторным типами мышления будущих учителей

математики и информатики и развитие этих типов мышления пригодятся будущему учителю не только при обучении построению моделей, но и при обучении своих учеников другим разделам математики и информатики, а также будет способствовать формированию и развитию данных типов мышления у обучающихся.

#### ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Концепция по учебному предмету «Математика» для общеобразовательных учреждений с 11-летним сроком обучения // "Матэматыка: Праблемы выкладання". – 2009. – № 4. – С. 3-7.

*Koncepcija po uchebnomu predmetu «Matematika» dlya obshheobrazovatelnykh uchrezhdenij s 11-letnim srokom obucheniya [Concept of academic subject "Mathematics" for educational institutions with 11-year courses] // "Matematyka: Problemy vykladannya". – 2009. – № 4 – s. 3-7.*

2. Штофф В.А. Моделирование и философия / В.А. Штофф. – Л.: Наука, 1966. – 301 с.

*Shtoff V.A. Modelirovanie i filosofija [Modeling and philosophy] / V.A. Shtoff. – L: Nauka 1966. – 301 s.*

3. Бочкин А.И. Цели изучения информатики в школе и уровни работы с компьютером / А.И. Бочкин // Информатизация адукацыі. – 1995. – №1. – С. 7-13.

*Bochkin A.I. Celi izucheniya informatiki v shkole i urovni raboty s kompyuterom [Purpose of studying computer science at school and levels of computer skills] / A. I. Bochkin // Infarmatyzacyya adukacyi. – 1995. – №1. – S. 7-13.*

4. Мельников О.И. Обучение дискретной математике / О.И. Мельников. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 224 с.

*Melnikov O.I. Obuchenie diskretnoj matematike [Discrete Mathematics Education] / O.I. Melnikov. – M.: Izdatelstvo LKI, 2008. – 224 s.*

**Melnikov O.I., Degtyar S. N. Communication algorithmic-logic and system-combinatorial types of thinking with mathematical modeling in teaching modeling**

**Abstract.** This paper analyzes the relationship of mathematical modeling and algorithmic-logic and system-combinatorial type of thinking in the training of future teachers.

**Keywords:** mathematical modeling, model, thinking algorithmic-logic type of thinking, system-combinatorial type of thinking