

**Тамбовское областное государственное образовательное автономное  
учреждение дополнительного профессионального образования  
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАНИЯ**

**А.Д.Нахман**

**КОНЦЕПЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
В СОДЕРЖАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Монография

Тамбов, 2015

УДК  
ББК

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом ФГБОУ ВПО  
«Тамбовский государственный технический университет»

Эксперты НТС ФГБОУ ВПО «ТГТУ»:

организатор проведения научных исследований в ТГТУ,

зав. кафедрой «Прикладная математика и механика»,

д.ф.-м.н., профессор Г.М.Куликов;

научный редактор журнала

«Вопросы современной науки и практики.

Объединенный университет им. В.И.Вернадского»,

заведующий кафедрой "Природопользование

и защита окружающей среды", д.т.н., профессор Н.С.Попов

Нахман, А.Д. Концепция математического моделирования в содержании математического образования: монография – Тамбов, ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации», 2015. – 138 с.

Рассмотрены и адаптированы к проблемам математического образования в старшей школе понятийный аппарат и концептуальные положения теории математического моделирования. Сформулировано понятие компетенции математического моделирования, выделены ее структурные компоненты, охарактеризованы основные уровни сформированности данной компетенции. Линия математического моделирования представлена как инновационная содержательно-методическая линия, предложено ее содержательное наполнение. В частности, представлен обширный задачный материал.

Монография адресована исследователям, занимающимся вопросами образовательных инноваций, специалистам муниципальных методических служб и информационно-методических центров, руководителям образовательных учреждений, а также педагогам-новаторам.

**ISBN**

# Оглавление

## Введение

### Глава 1. Математическое моделирование

#### Понятийный аппарат. Концептуальные положения

##### 1.1. Модель как неопределяемое понятие

##### 1.2. Математическая модель:

характеристики и этапы моделирования

##### 1.3. Моделирование систем

##### 1.4. Классификация систем. Системный подход

##### 1.5. Функции математического моделирования. Требования к моделям

##### 1.6. Виды математических моделей

##### 1.7. Математическое моделирование при решении учебных задач

### Глава 2. Компетенция математического моделирования

#### 2.1. Компетенции: основные понятия

#### 2.2. Компетенция как системное понятие

#### 2.3. Умения и навыки математического моделирования в требованиях ФГОС

#### 2.4. Понятие компетенции математического моделирования

#### 2.5. Паспорт формирования компетенции математического моделирования

### Глава 3. Компетенция математического моделирования:

#### содержательное наполнение

#### 3.1. Содержательно-методическая линия математических моделей

#### 3.2. Модели логического типа

#### 3.3. Математический анализ как средство моделирования процессов и явлений

#### 3.4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

#### 3.5. Задачи «реальной» математики

#### 3.6. Стохастические модели

## Библиографический список

## Введение

Одной из важных составляющих «компетентностного портрета» выпускника средней школы является приобретение им первичных навыков математического моделирования. Соответствующий социальный запрос нашел свое отражение в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) к математической подготовке учащегося старшей школы (Приказ Минобрнауки от 17 мая 2012 г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования»). Навыки математического моделирования являются важным компонентом как общих результатов освоения обучающимися основной образовательной программы (личностные характеристики, результаты метапредметного характера), так и предметных результатов. Востребованность таких навыков обусловлена тем, что математическое моделирование, благодаря бурному развитию вычислительных методов, становится одним из основных методологических подходов к исследованию разнообразных реальных процессов, становясь все более универсальным. В этой связи усилилась необходимость модернизации математического образования, целью которого является уже не только приобретение учащимися некоторой суммы математических знаний, но, в первую очередь, развитие логического мышления, освоение математического аппарата, необходимого для решения прикладных и практических задач, выработка умений и навыков перевести задачу с практическим содержанием на математический язык. Математическое моделирование для учащихся является инструментом количественного и качественного анализа, сбора и обработки информации, прогнозирования, оптимизации и др.

Указанными, а также нижеперечисленными обстоятельствами, объясняется *актуальность* нашего исследования.

В условиях смены знаниево-ориентированной парадигмы образования на компетентностную обострились проблемы и противоречия, связанные с математическим образованием. Среди них – *противоречия* между

- традиционным содержанием и методикой преподавания курса математики и потребностью в его профессиональной и практической ориентированности;

- преобладанием в курсе теоретических положений, их подробным, обремененным техническими деталями обоснованием, и необходимостью формирования у учащихся операциональных, практико-ориентированных умений;

- возрастанием в курсе «удельного веса» самостоятельной работы и недостаточным для этого уровнем мотивации учащихся и др.

В связи с указанными обстоятельствами приобретает особую актуальность *проблема* сближения в учебном процессе «теоретической» и «реальной» математики средствами эффективного использования идей и методов математического моделирования. *Целью* настоящей работы является выстраивание концепции математического моделирования как инновационной содержательно-методической линии, «пронизывающей» весь курс математики. При этом, по нашему мнению, речь должна идти не только о реализации средствами математики межпредметных связей, но и о внутрипредметном моделировании как способе «переноса» знаний, умений и навыков в смежные разделы курса математики.

*Объект исследования:* процесс обучения математике в старшей школе.

*Предмет исследования:* формирование компетенции математического моделирования в процессе обучения математике.

*Гипотеза исследования:* ознакомление учащихся с общей концепцией математического моделирования и решение задач на построение, анализ и интерпретацию математических моделей создаст предпосылки для развития мотивации учащихся к изучению математики и будет способствовать, в соответствии с требованиями ФГОС, достижению следующих метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы:

- освоению учащимися межпредметных понятий и универсальных учебных действий;

- формированию представлений о математике как части общечеловеческой культуры, универсальном языке науки, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления;

- формированию основ логического, алгоритмического и математического мышления.

Исходя из цели и гипотезы, сформулируем *следующие задачи исследования*:

1. Рассмотреть понятийный аппарат и концептуальные положения теории математического моделирования.

2. Привести классификацию математических моделей, требования к моделям.

3. Изучить в общем виде и на конкретных примерах процесс трансформации моделей.

4. Проанализировать существующие подходы к понятию компетенции/компетентности и сформулировать понятие компетенции математического моделирования.

5. Разработать паспорт формирования компетенции математического моделирования.

6. Осуществить содержательное наполнение основных компонент компетенции математического моделирования.

*Научная новизна* исследования заключается в следующем:

1. Основные понятия теории систем и системного анализа, в узком смысле понимаемого как математическое моделирование, *адаптированы* к процессу обучения математике

2. *Систематизированы* (и, отчасти, формализованы и визуализированы) основные понятия и характеристики математических моделей, возникающих при решении учебных задач. *Введено* (и применено к процессу решения задач) *понятие* трансформации математической модели.

3. *Сформулировано* (применительно к процессу обучения математике) понятие компетенции математического моделирования; *разработан* паспорт формирования данной компетенции; в частности, *выделены* ее структурные компоненты, а также *представлены и охарактеризованы* основные уровни сформированности компетенции математического моделирования.

4. *Обоснована* инновационность содержательно-методической линия математических моделей.

5. *Предложено* содержательное наполнение основных компонент компетенции математического моделирования а именно, представлены

модели логического и аналитического типа, задачи «реальной математики», стохастические модели.

*Теоретическая значимость* исследования заключается в следующем:

- представлены имеющиеся теоретические подходы к понятиям системы, математической модели и их классификациям, а также «общая картина» процесса математического моделирования; выделены его этапы, используемые в решении учебных задач;

- понятие компетенции представлено как системное понятие;

- проанализированы требования ФГОС к приобретению учащимися первичных навыков математического моделирования;

- приведена содержательная характеристика компетенции математического моделирования (знать/уметь/владеть), уровней и признаков ее проявления.

*Практическая значимость* исследования состоит в следующем. Центральной идеей работы является положение о *необходимости введения в школьном курсе основных понятий, связанных с математическим моделированием*. Решение соответствующих задач предлагается осуществлять именно с точки зрения указанного положения, т.е. в тесной связи с такими понятиями, как вектор входных и выходных переменных, оператора модели, трансформация модели, интерпретация результатов и др. Предложен (глава 3) теоретический и обширный задачный материал по элементам математической логики, математического анализа, «реальной математики», стохастики. На материале конкретных задач предлагаются методические приемы обучения каждому из указанных модулей именно с позиций математического моделирования.