

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

*Работа представлена кафедрой информатики
Бийского педагогического государственного университета им. В. М. Шукишина.
Научный руководитель – доктор педагогических наук, профессор А. А. Веряев*

В статье приводится понятие системности мышления, кратко описывается методика формирования системного мышления учащихся старших классов в рамках курса «Информатика и ИКТ», излагаются основные результаты экспериментальной проверки предлагаемой методики.

The article describes the notion of system thinking and briefly outlines the principles of the technique of system thinking development of secondary school students within the framework of the educational course «Informatics and Communicative Technology», and lists the main results of the experimental check-up of the suggested technique.

Проблема развития системного мышления, формирования системности мышления в процессе обучения привлекает все большее внимание как зарубежных, так и отечественных исследователей [3; 4; 5; 6].

В литературе нет однозначного определения системного мышления или системности мышления. Как правило, под системностью мышления понимают способность рассматривать некоторый объект или явление в определенной системе взаимодействий, составляющей единое целое.

Целью данной статьи является краткое описание методики формирования системного мышления учащихся в преподавании курса «Информатика и ИКТ», а также интерпретация основных результатов экспериментальной проверки предлагаемой методики.

Развитие системного мышления, на наш взгляд, возможно в процессе моделирования достаточно сложных реальных систем в конкретных областях и основано прежде всего на глубоком понимании содержания той предметной области, в которой это мышление реализуется. Формирование системности мышления учащихся в условиях массовой общеобразовательной школы в силу недостаточной подготовленности школьников опирается на зону ближайшего развития, поэтому более правомерно говорить о формировании элементов системности мышления школьников в рамках той или иной учебной дисциплины.

В процессе анализа литературных источников были выделены следующие элементы системности мышления, формирова-

ние которых возможно на базе ряда школьных дисциплин: физики, химии, биологии, информатики. Выделенные нами элементы системности мышления представляют собой следующие системные умения:

1. Узнавать системные объекты и отличать их от несистемных.
2. Видеть систему как иерархическую структуру взаимодействующих между собой элементов.
3. Выделять общий принцип построения системы и ее интегративные свойства.
4. Конструировать на основе заданных интегративных свойств новую систему или разрабатывать и использовать модель системы.

В наибольшей степени, на наш взгляд, формированию элементов системности мышления способствует изучение школьниками дисциплины «Информатика и ИКТ», что обусловлено следующими причинами.

Во-первых, как отмечают многие ученые (С. А. Бешенков, А. П. Ершов, К. К. Колин и др.), информатика в наибольшей степени соответствует концепции метапредмета – дисциплины, объединяющей в себе идею предметности и надпредметности. Для метапредметов обязательно наличие в обучении как минимум двух видов деятельности – например, деятельности по решению задачи и процесса осмысления решения задачи, при этом, согласно Ю. В. Громыко, «осваивая метапредметы, каждый учащийся учится обнаруживать в любых системах мыследеятельности – предметизованных и не предметизованных – данные организованности и работать с ними» [2, с. 114].

Во-вторых, в обязательном минимуме содержания по дисциплине «Информатика и ИКТ» предусматривается раздел «Моделирование и формализация», в рамках которого, работая за компьютером, школьники могут моделировать системы или явления из разных областей знаний и,

применяя основные принципы системного анализа, убеждаться в их универсальности. Наиболее подходящей средой компьютерного моделирования для формирования системных умений школьников, на наш взгляд, является пакет Stratum 2000.

Stratum 2000 – это программное средство для моделирования элементов, сложных систем и процессов из различных областей знаний (физика, математика, биология, экология, экономика и др.). Stratum 2000 позволяет на основе простейших функциональных элементов создавать и исследовать модели сложных систем без знания языков программирования. Эффективность применения среды Stratum 2000 достигается за счет сведения к минимуму ручного программирования и легкой модификации построенной системы. Уже на ранних стадиях разработки учащийся может видеть результаты работы системы, анализировать и оценивать решение, при этом многие математические проблемы, связанные с численными методами, оказываются скрытыми для учащихся.

В процессе решения задач в Stratum 2000 учащиеся конструируют системы, состоящие из системных объектов (имиджей) и связей между ними. Имиджи имеют системные свойства, «поведение» имиджей описывается математически. Отвечая на проблемные вопросы преподавателя, школьники обучаются не просто различать системные и несистемные объекты, но и видеть структуру и взаимосвязи между объектами, интегративные свойства системы.

Таким образом, предлагаемая методика формирования элементов системности мышления в рамках дисциплины «Информатика и ИКТ» базируется на использовании пакета Stratum 2000, специально подобранного класса задач, отработки системы соответствующих понятий, важных для формирования системности мышления. Формирование системности мышления включает в себя три этапа: пропедевтиче-

ский, базовый и творческий. На каждом этапе задаются учебные цели, определяют-

ся методы, формы и средства обучения, а также формы контроля (табл. 1).

Таблица 1

Этапы формирования системности мышления учащихся при изучении дисциплины «Информатика и ИКТ»

Этапы формирования системности мышления	Учебные цели	Методы, формы и средства обучения	Формы контроля
Пропедевтический	Ознакомление учащихся с основными, наиболее общими системными понятиями и представлениями	Объяснительно-иллюстративные методы: уроки-лекции, уроки-презентации. Проблемное изложение	Фронтальный опрос. Тестирование на узнавание и различение основных системных понятий и терминов
Базовый	Усвоение основных системных понятий и формирование системных умений в процессе изучения материала дисциплины «Информатика и ИКТ»	Проблемные и частично-поисковые методы. Выполнение реконструктивно-вариативных и эвристических самостоятельных работ в среде Stratum 2000	Проблемные вопросы. Контрольные работы на решение нестандартных задач, задач повышенной сложности
Творческий	Применение основных системных понятий и использование системных умений для конструирования новых систем или моделей в рамках дисциплины «Информатика и ИКТ»	Творческие проекты и исследовательские работы на моделирование систем средствами информационно-коммуникационных технологий	Защита творческих проектов и исследовательских работ. Обсуждение и анализ результатов

Очевидно, что для формирования системных умений и, как следствие, системности мышления наиболее эффективны нестандартные задачи, задачи повышенной сложности, поставленные на естественном языке. Творческие проекты и исследовательские работы, выполняемые на занятиях по информатике, дополнительно задействуют эмоционально-мотивационную сферу, позволяют развить коммуникативные навыки у учащихся, умение работать в группе.

Приведем примеры некоторых учебных задач для моделирования в среде Stratum 2000:

1. Какой максимальной высоты может достичь акробат в цирке, если он вылетает из специальной пушки под углом 60° и со скоростью 22 м/с? На каком расстоянии от пушки он должен приземлиться?

2. Начальная численность популяции зайца в некотором природном сообществе составляет 1000 особей, начальная численность популяции волка – 20 особей. К концу каждого года выжившая часть

популяции зайца увеличивает свою численность на 30%. Годовой прирост популяции волков – 10%. Один волк потребляет ежегодно 40 зайцев. Какова будет численность популяции зайца через 1, 3, 5, 10 лет? Какой должна быть начальная численность популяции волков, чтобы численность зайцев была относительно стабильной в течение первых пяти лет?

Примеры заданий для творческих проектов:

1. Составить модель биоритмов для конкретного человека от указанной текущей даты (дня отсчета) на месяц вперед с целью дальнейшего анализа модели. На основе анализа индивидуальных биоритмов спрогнозировать неблагоприятные дни и благоприятные дни для разного рода деятельности.

2. Разработать модель прироста населения России за несколько лет. Учесть как можно больше факторов, влияющих на прирост.

Процесс решение любой задачи методом компьютерного моделирования в Stratum 2000 можно разбить на ряд этапов:

1. Анализ условия задачи и определение целей моделирования. На этапе анализа условия задачи учащиеся выделяют исходные системные объекты и взаимосвязи между ними, определяют иерархию объектов в задаче. При постановке целей моделирования школьниками важно выделить наиболее существенные свойства системных объектов, а также те свойства, которыми можно пренебречь в процессе моделирования.

2. Составление списка параметров модели, подразделение их на входные и выходные параметры, константы. На этом этапе следует отметить, что в Stratum 2000 для математического описания моделей можно использовать как различные типы данных, так и операции над данными, функции (математические, строковые, графические и др.), системы уравнений. Каждая переменная в Stratum 2000 имеет свое имя, тип, описание.

3. Построение компьютерной модели. Разработка любой модели в среде Stratum 2000 представляет собой визуальное проектирование иерархии системных объектов. Для представления объектов используются различные статические и динамические изображения. Каждый объект имеет набор свойств: имя, переменные, текст модели (математические выражения или алгоритмы, описывающие «поведение» объекта), изображение, дополнительные атрибуты. Возможно использование графики и мультимедиа, что существенно повышает наглядность модели. Встроенный редактор трехмерной графики позволяет работать с объемными изображениями, «встраивая» их в разрабатываемую модель.

4. Вычислительный эксперимент. В Stratum 2000 можно не только запускать модель на расчет в заданных пределах, но и выполнять вычисления пошагово, просматривая состояние модели при определенных параметрах. При необходимости легко корректируется как структура модели, так и значения параметров.

5. Анализ адекватности модели. По мнению С. А. Бешенкова, адекватность модели полезно обсуждать с учащимися в диалоге, при этом рассматривать модель как с позиции разработчика, так и с позиции пользователя модели или стороннего наблюдателя [1].

Формированию системности мышления также способствуют следующие проблемные вопросы, которые преподаватель может задавать как в процессе выполнения заданий, так и при защите творческих проектов:

1. Какие системы можно выделить в учебной задаче?

2. Какими интегративными свойствами обладают выделенные системы?

3. Опишите структуру и взаимосвязи между компонентами в выделенной системе.

4. Какова цель моделирования в данной задаче?

5. Какие виды моделей используются в процессе решения задачи?

6. Назовите основные этапы моделирования в процессе решения задачи.

7. Какие свойства системы обязательно необходимо учитывать при моделировании в процессе решения задачи?

8. Какими свойствами системы можно пренебречь при моделировании в процессе решения задачи?

9. Спрогнозируйте «поведение» модели при заданных параметрах.

10. Что означает «адекватность модели»? Оцените адекватность разработанной в процессе решения задачи модели.

Для экспериментальной проверки методики формирования системности мышления школьников были разработаны на основе приведенных выше системных умений уровни и соответствующие им критерии системности мышления:

1. Досистемный уровень. Неспособность узнавать системные объекты и отличать их от несистемных, незнание с системными понятиями и терминами.

2. Эмпирико-системный уровень. Узнавание системных объектов и дифференциация их от несистемных на основании эмпирически сложившихся наглядных признаков: наличия элементов и связи между ними. Поверхностное понимание системных понятий и категорий, неполное понимание существенных свойств системных объектов.

3. Интегративно-системный уровень. Глубокое понимание системных понятий и категорий, полное и адекватное понимание существенных свойств и структуры системных объектов. Способность указать общий принцип построения системы и ее интегративные свойства.

4. Конструктивно-системный уровень. Глубокое понимание системных понятий и категорий, полное и адекватное понимание существенных свойств и структуры системных объектов. Способность конструировать на основе заданных интегративных свойств новую систему или разрабатывать и использовать модель системы.

В свою очередь, для оценки уровней сформированности системности мышления было подготовлено два разных комплекта задач приблизительно одинаковой сложности – для диагностики на констатирующем и на контрольном этапах формирующего эксперимента. Приведем в качестве примера несколько задач для диагностики умений узнавать системные объекты и отличать их от несистемных:

1. Приведите пример любой системы. Почему вы считаете это системой?

2. Из каких элементов состоит система, пример которой вы привели?

3. Является ли системой молекула воды? Ответ обоснуйте.

Были разработаны также задачи для оценки умений видеть систему как иерархическую структуру взаимодействующих между собой элементов, выделять общий принцип построения системы и ее интегративные свойства, конструировать на

основе заданных интегративных свойств новую систему.

Работа проводилась в течение учебного года в экспериментальной и контрольной группах, которые насчитывали 39 и 45 учащихся 10-х классов соответственно. В контрольной группе работа проводилась в соответствии с традиционным подходом к преподаванию информатики, в экспериментальной – по разработанной нами методике формирования системности мышления.

Результаты констатирующего этапа показали, что большинство учащихся как экспериментальной, так и контрольной группы находились на досистемном или эмпирико-системном уровне мышления. Системность мышления у старшеклассников была сформирована «стихийно». В ответах часто не прослеживалось видение сущностного качества системы – несводимости системы к сумме составляющих ее элементов. Как правило, учащиеся считали, что система – это только набор взаимосвязанных элементов. Лишь у некоторых было «интуитивное» представление об интегративных свойствах системы – школьники отмечали, что система не будет функционировать, если убрать тот или иной компонент.

Контрольный этап исследования выявил следующую картину: если в контрольной группе распределение учащихся по уровням системности мышления практически не изменилось (лишь трое учащихся «подтянулись с досистемного уровня на эмпирико-системный»), то в экспериментальной группе большая часть учащихся находилась уже на эмпирико-системном и интегративно-системном уровнях, а двое учащихся показали конструктивно-системный уровень.

На контрольном этапе для сравнения средних значений в экспериментальной и контрольной группе по каждому из показателей были вычислены t -критерии Стьюдента для независимых выборок. Все значения t -критериев оказались значимыми с уровнем значимости 99%. Значимы-

ми оказались также различия в среднем приросте по каждому из показателей и по общему показателю в экспериментальной и контрольной группах.

В качестве иллюстрации результатов исследования приводим гистограммы,

отображающие распределение учащихся экспериментальной и контрольной группы по уровням, характеризующим системность мышления на различных этапах эксперимента: констатирующем (рис. 1) и контрольном (рис. 2).

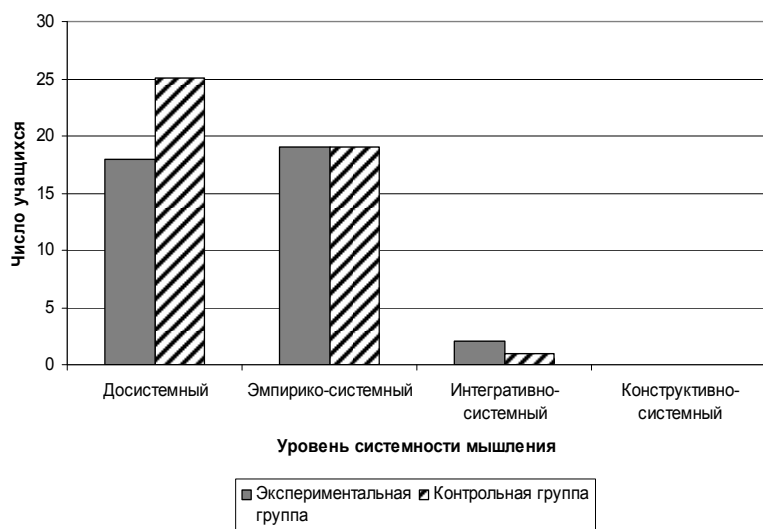


Рис. 1. Распределение учащихся экспериментальной и контрольной групп по уровням, характеризующим системность мышления учащихся на констатирующем этапе эксперимента

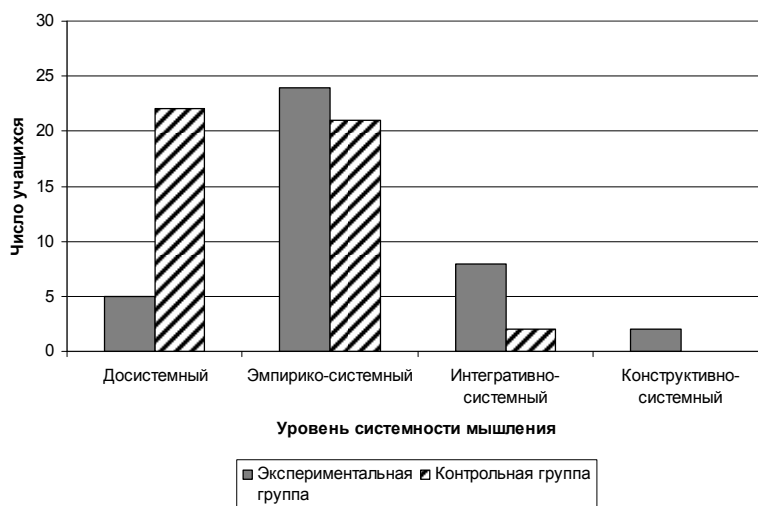


Рис. 2. Распределение учащихся экспериментальной и контрольной групп по уровням, характеризующим системность мышления учащихся на контрольном этапе эксперимента

Результаты опытно-экспериментальной работы показывают эффективность предлагаемой методики формиро-

вания системного мышления учащихся в курсе информатики общеобразовательной школы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бешенков С. А., Ракитина Е. А.* Моделирование и формализация: Методическое пособие. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 336 с.
2. *Громыко Ю. В.* Мыследеятельностная педагогика (теоретико-практическое руководство по освоению высших образцов педагогического искусства). Минск: Технопринт, 2000. 375 с.
3. *О'Коннор Дж., Макдермотт И.* Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 256 с.
4. Формирование системного мышления в обучении: Учеб. пособие / Под ред. З. А. Решетовой. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 344 с.
5. *Argyris C.* Teaching smart people how to learn [Text] / C. Argyris // Harvard Business Review. 1991. May-June. P. 99–109.
6. *Cavaleri S. A.* Systems Thinking for Knowledge // Journal of General Evolution. 2005. Vol. 61. № 5. P. 378–396.