

# Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 20

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ № 3 • 2015 • ИЮЛЬ—СЕНТЯБРЬ

Издательство Московского университета

Выходит один раз в три месяца

## СОДЕРЖАНИЕ

### Актуальный вопрос

*Богомолова Е.П.* От математической малограмотности к математическим компетенциям. . . . . 3

### Педагогические размышления

*Кожевников Д.Н.* Использование моделирования в обучении в контексте понимания и усвоения категории сложности. . . . .

*Кудряшова Т.Г., Шуруп А.С.* Способ построения эталона метапредметных способностей. . . . .

*Науменко Ю.В.* Здоровьеформирующее образование: идеи и основные понятия. . . . .

*Пономарев Р.Е.* Формирование у аспирантов целостного представления о научно-педагогическом исследовании. . . . .

### Реалии педагогического образования

*Коротаева И.В.* Диагностика общеучебных умений у студентов гуманитарного профиля. . . . .

*Якушева С.Д.* Развитие творческого потенциала студента в процессе изучения дисциплины “Введение в педагогическую деятельность”. . . . .

### Опыт практической педагогики

*Фалина И.Н., Луговской К.И.* Построение системы учебных задач с использованием таксономии Голлингеровой. . . . .

*Ковалева Н.И., Пряжникова Е.Ю.* Профессиональное самоопределение старшеклассников из семей мигрантов как педагогическая проблема. . . . .

*Михайлов В.М., Путилина Н.В.* Восприятие учебного материала как основа информационного обеспечения образовательного процесса. . . . .

# CONTENTS

## Question of Present Interest

- Bogomolova E.P.* From the mathematical illiteracy to mathematical competencies . . . . . 3

## Pedagogical Ideas

- Kozhevnikov D.N.* Use of modeling in training in the context of understanding and assimilation of category of complexity . . . . .
- Kudriashova T.G., Shurup A.S.* Model of oversubject aptitudes . . . . .
- Naumenko Yu.V.* Education shaping health: ideas and concepts . . . . .
- Ponomarev R.E.* Formation of integral concept about pedagogical research. . . . .

## Reality of Pedagogical Education

- Korotaeva I.V.* Diagnosing general study skills in students of humanities . . . . .
- Yakusheva S.D.* Development of students creative potential in the process of learning the subject “Introduction to teaching activity”. . . . .

## Experience of Practical Pedagogics

- Falina I.N., Lugovskoy K.I.* Developing of the system of educational tasks using Tollingerova’s taxonomy. . . . .
- Kovaleva N.I., Pryazhnikova E.Yu.* Professional self-determination senior pupils from migrant families . . . . .
- Mikhaylov V.M., Putilina N.V.* Teaching material perception as the basis of the information support in the educational process . . . . .

## *ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПЕДАГОГИКИ*

### **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАКСОНОМИИ ТОЛЛИНГЕРОВОЙ**

**И.Н. Фалина, К.И. Луговской**

*(кафедра информатики СУНЦ МГУ имени М.В. Ломоносова,  
факультет педагогического образования МГУ имени М.В. Ломоносова;  
e-mail: falina.irina@gmail.com)*

В статье анализируются основные характеристики системы учебных задач с точки зрения деятельностного подхода. Рассматривается взаимосвязь таксономии учебных целей Блума и таксономии учебных задач Толлингеровой. Рассматриваются принципы построения системы задач в курсе информатики в СУНЦ МГУ. Приводится распределение заданий ЕГЭ по уровням задач таксономии Толлингеровой и примеры усложнения задач для развития когнитивных действий более высокого уровня.

**Ключевые слова:** *деятельностный подход, усвоение знаний, таксономия Блума, таксономия Толлингеровой, система задач, учебная задача, учебная цель, информатика.*

Одним из основных критериев качества полученных знаний и умений является способность к решению задач. Согласно деятельностному подходу, без выполнения определенных заданий полного усвоения знаний приобретение требуемых умений произойти не может. Под усвоением понимается способность учащихся выполнять необходимые действия, решать соответствующие задачи. Н.Ф. Талызина отмечает, что качество усвоения знаний определяется многообразием и характером видов деятельности, в которых знания могут функционировать. Вместо двух проблем — передать знания и сформировать умения по их применению — перед обучением теперь стоит одна: сформировать такие виды деятельности, которые с самого начала включают в себя заданную систему знаний и обеспечивают их применение в заранее предусмотренных пределах [1].

Таким образом, с одной стороны, для формирования определенных профессиональных (предметных) умений и навыков у учащегося надо развивать нужные когнитивные умения. С другой стороны, преподаватель должен уметь проектировать системы учебных заданий, при помощи которых эти навыки будут развиваться и закрепляться.

### **Система учебных задач\***

В 1956 г. американский ученый Б.С. Блум предложил классификацию (таксономию) целей обучения. Он выделил шесть уровней (категорий) учебных целей.

1. *Знание.* Эта категория обозначает запоминание и воспроизведение изученного материала от конкретных фактов до целостной теории.
2. *Понимание.* Показателем понимания может быть преобразование материала из одной формы выражения в другую, интерпретация материала, предположение о дальнейшем ходе явлений, событий.
3. *Применение.* Эта категория обозначает умение использовать изученный материал в конкретных условиях и новых ситуациях.
4. *Анализ.* Эта категория обозначает умение разбить материал на составляющие так, чтобы ясно выступала структура.
5. *Синтез.* Эта категория обозначает умение комбинировать элементы, чтобы получить целое, обладающее новизной.
6. *Оценка.* Эта категория обозначает умение оценивать значение того или иного материала.

Для формирования любого из перечисленных когнитивных умений необходимо подбирать разные типы заданий, которые взаимодействуют между собой и дополняют друг друга. Таксономия Блума описывает иерархию когнитивных умений, но, к сожалению, не дает практических ориентиров практикующему преподавателю. Без сомнения, преподавателю необходимо представлять, какими когнитивными умениями должен обладать учащийся для успешного решения той или иной задачи, уметь составлять систему заданий, направленную на достижение конкретных учебных целей.

---

\* Здесь и далее термин “учебная задача” используется в значении “учебное задание”, в отличие от понятия “учебная цель”.

Чешский педагог-ученый Дана Толлингерова предложила по аналогии с классификацией учебных целей Блума таксономию учебных задач. Учебные задачи в ней разделены на пять категорий и содержат 27 типов учебных задач. Таксономия выстроена по возрастанию когнитивной сложности задач и их операционной ценности (табл. 1).

Таблица 1

**Таксономия учебных задач по Д. Толлингеровой**

<b>Категория</b>	<b>Описание</b>
<b>1</b>	<b>Задачи, предполагающие воспроизведение знаний</b>
1.1	задачи на узнавание
1.2	задачи на воспроизведение отдельных фактов, понятий
1.3	задачи на воспроизведение определений (правил)
1.4	задачи на воспроизведение текста (стихотворений и пр.)
<b>2</b>	<b>Задачи, предполагающие простые мыслительные операции</b>
2.1	задачи на определение фактов (измерение, решение простых математических задач и пр.)
2.2	задачи на перечисление и описание фактов
2.3	задачи на перечисление и описание процессов и приемов деятельности
2.4	задачи по разбору и структуре
2.5	задачи на сравнение и различение
2.6	задачи на упорядочивание (классификация, категоризация)
2.7	задачи на определение отношений (причина, следствие, цель, средство, влияние, функция и пр.)
2.8	задачи на абстракцию, конкретизацию, обобщение
2.9	задачи на решение простых заданий, предполагающие манипуляцию с неизвестными величинами, их поиск по правилу, формуле
<b>3</b>	<b>Задачи, предполагающие сложные мыслительные операции</b>
3.1	задачи по переносу (трансляция, трансформация)
3.2	задачи на интерпретацию (объяснение смысла, значения и пр.)
3.3	задачи на индукцию
3.4	задачи на дедукцию

<b>Категория</b>	<b>Описание</b>
3.5	задачи на аргументацию (доказывание)
3.6	задачи на оценку
<b>4</b>	<b>Задачи, предполагающие обобщение знаний и сочинение</b>
4.1	задачи на сочинение обзора (конспекты и пр.)
4.2	задачи на сочинение доклада, отчета и пр.
4.3	задачи на самостоятельные письменные работы, проекты
<b>5</b>	<b>Задачи, предполагающие продуктивное мышление</b>
5.1	практические
5.2	задачи на решение проблемных ситуаций
5.3	задачи на целеполагание и постановку вопросов
5.4	задачи по обнаружению на основании собственных наблюдений
5.5	задачи по обнаружению на основании собственных размышлений

Предлагаемая таксономия учебных задач устанавливает четкие ориентиры для оценки преподавателем развиваемых возможностей учащихся при выполнении заданий. Она делает возможным проектирование задач, направленных на развитие всех познавательных возможностей: от формально-логических действий — к сложным, от заданий на репродукцию и запоминание — к творческим заданиям.

Учебную задачу можно считать решенной только в том случае, если произошли заранее заданные изменения у того, кто решает задачу. Решив учебную задачу, учащийся овладевает общим способом решения большого круга частных заданий. Говоря о системе задач, Е.И. Машбиц [2] выделяет следующие ее характеристики:

- направленность на ученика, так как изменения должны происходить в нем;
- отсутствие жесткой формализации в условиях задач;
- необходимость разработки ряда задач для достижения конкретной цели.

Под системой в целом понимается множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое

образует определенную целостность, единство. Это же определение применимо и для системы заданий. С нашей точки зрения, проектируемая система задач должна обладать следующими свойствами:

- целостность и структурность (изъятие одной или нескольких задач разрушает систему);
- целенаправленность (нацеленность на достижение определенного результата при решении задачи);
- иерархичность (в задачах более высокого уровня сложности выделяются подзадачи более низкого уровня);
- учебная адаптивность (система задач позволяет выстраивать индивидуальную траекторию обучения для конкретного школьника).

На основе анализа теории деятельностного подхода в обучении можно сделать вывод, что умение разрабатывать системы учебных задач по предмету является важнейшим умением преподавателя. “Согласно деятельностному подходу, цели должны представляться в виде системы задач, для решения которых готовится обучаемый. Любые знания человек приобретает для того, чтобы пользоваться ими, решать с их помощью соответствующие задачи. Использование задач для построения целей обучения имеет ряд преимуществ. Прежде всего — позволяет однозначно выделить те знания и умения, которые необходимы для решения данных задач” [1].

### **Построение системы задач в курсе информатики в СУНЦ МГУ**

При построении системы задач преподаватель вынужден учитывать следующие факторы:

- уровень знаний обучающихся;
- уровень сложности материала;
- цели обучения, которые должны быть достигнуты.

Если два первых фактора можно считать “неизменяемой данностью” на конкретный момент времени, то фактор “цели обучения” является изменяемым. Более того, он обязан быть изменяемым и в конечном итоге достижимым.

Специфика набора учащихся в СУНЦ МГУ имени А.Н. Колмогорова такова, что при поступлении в старшие профильные

классы учащиеся имеют примерно одинаковый уровень знаний и умений по профилю (физика, математика, химия, биология), но разный входной уровень по информатике. Для успешного обучения школьников по информатике в СУНЦ МГУ разработана методика, которую мы называем *выравнивающей и развивающей* [3]. В основу нашей методики положены такие *принципы*, как:

- 1) принцип обучения на высоком уровне трудности;
- 2) принцип ведущей роли фундаментальных теоретических знаний;
- 3) принцип дидактической спирали;
- 4) использование специально разработанной для каждой темы системы задач концентрической структуры;
- 5) развивающая функция системы контроля;
- 6) использование программного средства автоматической проверки программ.

Основой успешного применения методики выравнивающего и развивающего обучения является *специально разработанная система заданий* для каждой темы (мы их называем *практикумами*). Система заданий (задач) строится на следующих принципах:

- 1) каждая задача должна быть методически значимой (не должно быть “случайных” задач);
- 2) каждая задача должна иметь концентрическую структуру (рисунок);



Концентрическая структура задачи

3) концентрическая структура задачи проявляется на системе специально разрабатываемых тестов и критериев проверки;

4) в систему задач по каждой теме должны входить задачи разного уровня сложности и разных типов по таксономии Толлингеровой;

5) задачи подбираются таким образом, чтобы ранее решенные за-

дачи использовались при изучении последующих тем (дидактическая спираль). Это позволяет концентрировать внимание на разбираемой теме. Для задач, требующих решения на компьютере, это позволяет сокращать время написания и отладки программы (особенно для начинающих).

Одним из критериев успешности работы учебного заведения является уровень обученности школьников. В настоящее время отслеживание уровня обученности ведется на основе анализа результатов сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) по предметам.

Проанализируем ЕГЭ по информатике в соответствии с таксономией Толлингеровой. Для анализа была выбрана диагностическая работа, проведенная в Москве в ноябре 2014 г. В распределении задач ЕГЭ по когнитивной сложности преобладают задачи второй и третьей категории (простая и сложная мыслительная деятельность). Задачи первой категории, требующие от учащихся мнемонических операций, отсутствуют.

Задачи на простые мыслительные операции составляют наибольшую долю (50%). Сюда в первую очередь входят задачи по сопоставлению и различению: сравнение таблицы истинности с заданным логическим выражением, сопоставление элементов базы данных. В задачах на сложные мыслительные операции наибольшую долю составляют задачи трансляции и трансформации. Основными задачами являются задания на интерпретацию алгоритмов, реализованных на одном из языков программирования.

Задачи, предполагающие продуктивное мышление, присутствуют в двух заданиях последней части работы (табл. 2).

Таблица 2

Распределение заданий ЕГЭ по типам задач таксономии Толлингеровой

Категория когнитивной сложности	Количество заданий	Проценты от общего числа	Описание когнитивной деятельности
1.0	0	0	Мнемонические операции
2.0	16	50	Простые мыслительные операции
3.0	12	37,	Сложные мыслительные операции
4.0	1	3,125	Продуктивное мышление
5.0	3	9,375	Творческая деятельность

Эффективную подготовку к ЕГЭ можно реализовать за счет корректировки системы задач. Покажем, как можно использовать таксономию Толлингеровой при составлении учебных задач в курсе информатики для старшей школы.

Очевидно, что для устойчивого развития когнитивных действий, например, второго уровня необходимо развивать действия третьего уровня. В общем случае чем выше уровень формируемых действий, тем устойчивее человек овладевает действиями более низкого уровня. Именно этот факт положен в основу принципа “обучение на высоком уровне трудности”.

Рассмотрим несколько примеров “усложнения” заданий по информатике (табл. 3).

Таблица 3

Пример 1

Простой вариант	Усложненный вариант
Укажите число, двоичная запись которого содержит максимальное количество значащих нулей	Не производя арифметических вычислений, укажите число, двоичная запись которого содержит максимальное количество значащих нулей
8, 9, 10, 11	600, 1024, 1030, 2046

К моменту выдачи данного задания ученики уже должны знать принципы устройства  $P$ -ичных систем счисления, в том числе следующее свойство:

$$P^n = 1 \underbrace{0 \dots 0}_n P.$$

В простом варианте можно просто применить алгоритм перевода из одной системы счисления в другую, не вникая в структуру числа. Подобный способ решения не займет много времени. В сложном варианте перевод займет больше времени и вероятность ошибки возрастет. Для решения без вычислений школьники должны учесть структуру двоичного числа, а именно что  $1024 = 2^{10}$ . Следовательно, это число состоит из 11 цифр, из них последние десять — нули. Первое число 600 меньше 1024, но больше  $512 = 2^9$ , а значит, оно состоит всего из десяти цифр, поэтому его можно даже не рассматривать. Два последних числа имеют 11 цифр (они больше 1024, но меньше 2048), но в них, оче-

видно, где-то появятся единицы, поэтому их тоже можно не рассматривать.

**Пример 2.** В ЕГЭ есть задачи, связанные с кодированием (равномерным и неравномерным). Даже если бы таких задач не было в ЕГЭ, они все равно представляли бы интерес, поскольку одной из целей информатики является нахождение оптимального способа кодирования информации. Более того, в алгоритмах сжатия JPEG и в MP3 используется кодирование Хаффмана как один из этапов сжатия (табл. 4).

Таблица 4

Простой вариант	Усложненный вариант
Для кодирования некоторой последовательности, состоящей из букв А, Б, В, Г и Д, используется неравномерный двоичный код, позволяющий однозначно декодировать полученную двоичную последовательность. Вот этот код: А — 0; Б — 100; В — 1010; Г — 111; Д — 110. Требуется сократить для одной из букв длину кодового слова так, чтобы код по-прежнему можно было декодировать однозначно	<b>ШЕСТНАДЦАТЬ ШЛО МЫШЕЙ И ШЕСТЬ НАШЛИ ГРОШЕЙ</b> 1. Постройте код Хаффмана. 2. Вычислите длину последовательности, закодированной по Хаффману. 3. Определите коэффициент сжатия для данной фразы, если каждый символ в исходной фразе кодировался в ASCII. 4. Определите коэффициент сжатия, если каждый символ в исходной фразе кодировался равномерным оптимальным кодом

Решить простой вариант можно методом перебора. Однако если кодовых слов будет десять и больше, то задача становится сложной и повышается вероятность ошибки. Поэтому решать подобные задачи стоит наглядно с помощью дерева Хаффмана. Примером такого задания является усложненный вариант.

**Пример 3.** Еще одним важным учебным блоком является алгоритмизация и программирование. Для решения задач по программированию необходимо:

1. Правильно понимать условие задачи: если требуется написать оптимальную по памяти программу, то школьник должен организовать алгоритм таким образом, чтобы лишнюю информацию хранить не требовалось; эффективная по времени программа подразумевает, скорее всего, линейную сложность.

2. Знать и уметь применять небольшие алгоритмы, из которых потом можно строить более сложные алгоритмы: одновре-

менный поиск минимума и максимума, одновременный поиск двух максимумов и пр. (табл. 5).

Таблица 5

Простой вариант (часто используемые в ЕГЭ алгоритмы)	Усложненный вариант (интегрированная задача)
<p>1. Вводится последовательность целых чисел, оканчивающаяся нулем. Напишите эффективную, в том числе и по используемой памяти, программу, которая будет выдавать два числа, разность между которыми максимальна.</p> <p>2. Вводится последовательность целых чисел, оканчивающаяся нулем. Напишите эффективную, в том числе и по используемой памяти, программу, которая будет находить максимальное произведение двух чисел</p>	<p>На вход программе подается предложение, заканчивающееся точкой. Напишите эффективную, в том числе и по используемой памяти, программу, которая будет составлять из цифр этого предложения максимальный по длине палиндром, а из таких палиндромов максимальный по значению</p>

В СУНЦе мы в целом следуем рекомендациям Д. Толлингеровой [4, 5], в которых говорится, что учебная задача должна содержать в себе эмоциональный заряд. Она должна нравиться, побуждать к действию, привлекать внимание, вызывать любопытство и т.п. Учебная задача представляет “интеллектуальное пространство”, в пределах которого реализуется ее решение. Она держит активность учащегося на определенном когнитивном уровне, стимулирует эту активность и управляя ею.

### **Список литературы**

1. *Талызина Н.Ф.* Педагогическая психология. М.: АCADEMIA, 2001. 288 с.
2. *Машбиц Е.И.* Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. М.: Педагогика, 1988. 192 с.
3. *Фалина И.Н.* Выравнивающие-развивающая методика преподавания информатики: ее плюсы и минусы (тезисы) // Сборник трудов IX Международной конференции “Информационные технологии в образовании”. Ч. II. М.: МИФИ, 1999.
4. *Толлингерова Д., Голоушова Д.* Составление учебных задач заданной когнитивной требовательности как одно из основных коммуникативных умений учителей // Психология проектирования умственного развития детей. М.: Роспедагентство, 1994. С. 25—35.
5. *Толлингерова Д.* К психологической теории учебных задач // Социалистическая школа. 1976/77. № 4. С. 156—160.

## DEVELOPING OF THE SYSTEM OF EDUCATIONAL TASKS USING TOLLINGEROVA'S TAXONOMY

I.N. Falina, K.I. Lugovskoy

The article analyzes the main characteristics of the system of educational tasks in terms of the activity approach. It examines the interconnection between Bloom's taxonomy of educational objectives and Tollingerova's taxonomy of educational tasks. The principles of construction of the tasks in the course of informatics at AESC MSU. It shows the distribution of state exam's tasks with Tollingerova's taxonomy and gives examples of task complications for the development of cognitive actions of a higher level.

**Key words:** *activity approach, knowledge assimilation, Bloom's taxonomy, Tollingerova's taxonomy, system of educational tasks, educational task, educational goal, informatics.*

### Сведения об авторе

*Фалина Ирина Николаевна* — кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики СУНЦ МГУ. Тел.: +7-916-508-63-29; e-mail: falina.irena@gmail.com

*Луговской Кирилл Игоревич* — аспирант факультета педагогического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Тел.: +7-916-549-54-84; e-mail: lurik5@yandex.ru