

М. А. Чошанов

<https://orcid.org/0000-002-2852-4311>

Н. К. Чапаев

<https://orcid.org/0000-0003-2655-1292>

Дидактическая инженерия учебных задач и проблемных ситуаций в практике работы учителей математики

Одной из ювелирных дидактических находок в теории проблемного обучения (М. И. Махмутов, Д. В. Вилькеев, А. М. Матюшкин) является вопрос классификации проблемных ситуаций. В теории проблемного обучения этот вопрос рассматривался в основном с позиции процесса школьного обучения - учебных проблемных ситуаций. В данной статье предпринята попытка классифицировать проблемные ситуации с позиции практики работы учителя, а именно с позиции дидактических проблемных ситуаций. В этой же связи рассматривается и вопрос классификации дидактических задач. Теоретическая значимость предлагаемой классификации состоит в ее развернутости, охвате всех возможных типов дидактических противоречий между известным и неизвестным, теоретическим и практическим знанием. Особое внимание в статье уделяется дидактической инженерии проблемных ситуаций в практике работы учителя математики. Дидактическая инженерия нами понимается как сфера научно-практической деятельности учителя по анализу, проектированию и конструированию дидактических объектов, их применению в учебном процессе с целью достижения планируемых результатов обучения (Чошанов, 2011). Дидактическая инженерия проблемных ситуаций была апробирована в одной из школ среднего звена в штате Техас, США (соответствующей 6–8 классам в американской системе образования) на протяжении пяти лет (2005–2009 гг.) с участием $n = 11$ учителей-практиков. В эксперименте был реализован один из способов применения проблемных дидактических ситуаций в практике работы учителей среднего звена школы посредством использования видеокейсов уроков математики. Результаты работы показали положительное влияние этого подхода на успеваемость школьников тех учителей, которые принимали участие в пилотажном эксперименте.

Ключевые слова: дидактическая инженерия, дидактическая задача, дидактическая проблемная ситуация.

M. A. Choshanov, N. K. Chapayev

Didactic Engineering of Educational Tasks and Problem Situations in Practice of Mathematics Teachers' Work

One of the jewel didactical findings in the theory of problem-based learning (M. I. Makhmutov, D. V. Vilkeev, A. M. Matyushkin) is the classification of problem-based situations. In the theory of problem-based learning, this issue was mainly considered from the point of view of the process of classroom teaching, namely from the position of learning problem-based situations. In this article, an attempt is made to classify problem situations from the standpoint of the practice of the teacher's work, namely from the point of didactical problem-based situations. In the same connection, the classification of didactical tasks is also considered. The theoretical significance of the proposed classification is in its unfolding, the coverage of all possible types of didactic contradictions between known and unknown, theoretical and practical knowledge. Particular attention is paid to the didactic engineering of problem situations in the teaching practice of Mathematics teachers. We define didactic engineering as a collaborative action research by teachers in the analysis, design and construction of didactic objects, their application in the educational process with the aim of achieving learning outcomes (Choshanov, 2011). Didactic engineering of problem situations was tested in one of the middle schools in the state of Texas, USA (corresponding to grades 6–8 in the American education system) for five years (2005–2009) with the participation of $n = 11$ teachers. In the experiment, we implemented one of the ways of applying problem-based didactical situations in the practice of middle school teachers by using video cases of Mathematics lessons. The results of the study showed a positive impact of this approach on the performance of schoolchildren of those teachers who participated in the pilot experiment.

Keywords: didactical engineering, didactical task, didactical problem-based situation.

Введение

Перед тем как рассмотреть вопрос классификации и проектирования дидактических ситуаций, остановимся кратко на более общей проблеме, а именно – инженерии (анализе, проекти-

ровании и подборе) задач в обучении математике. Известно, что решение задач является стержневой дидактической целью в процессе преподавания математических дисциплин, ибо эффективность обучения вполне обоснованно принято

оценивать по умению учащихся решать задачи. Кратко опишем общие подходы к решению задач и их классификации.

Первый подход, назовем его традиционным, состоит в раскрытии двух основных методов решения задач: аналитического и синтетического, а также их сочетания. Такой путь изложения является действительно традиционным, ибо его можно встретить в различных методических пособиях. Второй путь предусматривает условное подразделение задач по критерию алгоритмируемости их решений. На этой основе рассматриваются особенности обучения учащихся решению задач с использованием а) жестких алгоритмов (например, алгоритма решения квадратного уравнения); б) нежестких алгоритмических предписаний (например, схемы исследования функции); в) эвристических приемов решения задач.

Несмотря на некоторые преимущества этих подходов, они не отражают идеи целостности при решении учебных задач. Возможны и другие пути изложения этого вопроса. Остановимся на одном из них, наиболее полно отражающем, по нашему мнению, специфику дидактической инженерии в анализе, проектировании и конструировании целостного подхода к решению задач.

Теоретическими положениями, лежащими в его основе, является известный в отечественной психологии деятельностный подход (П. К. Анохин, А. Н. Леонтьев) и теория решений (Д. Пойа). Из этих теоретических концепций следует, что целостный деятельностный подход к процессу решения задач требует охвата всех фаз познавательной деятельности: мотивационно-ориентировочной, исполнительной и контрольно-оценочной.

Отличительной характеристикой первой, *мотивационно-ориентировочной, фазы* является самостоятельная постановка задачи субъектом. Первый и наиболее важный этап выработки решений – это постановка конкретной задачи, подлежащей решению. «Постановка задачи для себя, – указывает Пойа, – есть начало решения, существенный ход в игре, означающий решимость взяться за задачу» [23, с. 374]. Тем самым факт постановки задачи субъектом является «доминирующей мотивацией» (П. К. Анохин), побуждением к решению задачи [1]. В другой известной своей работе Д. Пойа настойчиво советует: «Предоставьте учащимся возможность участвовать в составлении задачи, которую им придется решать. Если ученики внесли свой вклад в по-

становку задачи, то они будут гораздо активнее работать над ее решением» [24, с. 293].

Таким образом, сущность мотивационно-ориентировочной фазы деятельности по решению задач состоит в самостоятельном составлении и постановке задач субъектом.

Вторая, *исполнительная, фаза* характеризуется собственно решением уже составленной задачи, а на третьей фазе, *контрольно-оценочной*, идет проверка решения этой задачи. То есть целостный подход к процессу решения задач предполагает соблюдение структуры познавательной деятельности и включает следующие фазы: 1) составление задачи, 2) собственно решение задачи и 3) проверку решения.

Выполнение этих фаз характеризует процесс решения задачи как целостный и законченный акт. Однако на практике преподаватели и учащиеся ограничиваются выполнением лишь отдельных фаз, чаще всего – исполнительной, то есть собственно решением уже готовой задачи из учебника. Это значительно снижает эффективность применения задач в учебном процессе, делает работу над задачей неполной. Каждая фаза в структуре целостного подхода к процессу решения задач может быть разбита на более простые действия [13]:

1. Составление/постановка задачи:

- изучение ситуации и цели составления/постановки задачи;
- разработка «сюжета» задачи и поиск необходимых данных;
- установление смысловой связи между данными;
- формулирование условия и требования задачи;
- проверка составленной задачи.

2. Собственно решение задачи:

- выделение и описание ситуации;
- структурный анализ ситуации;
- определение возможных вариантов решения;
- оценка каждого варианта, выбор и реализация рационального решения;
- проверка принятого решения.

3. Диагностика решения:

- установление факта ошибочности решения;
- выявление действия, в котором допущена ошибка;
- поиск причин возникновения ошибки;
- выбор, планирование и реализация способа исправления ошибки;
- проверка исправленного решения.

Основываясь на предложенном подходе к решению учебных задач, мы предлагаем рассмотреть вопрос о целостном подходе к решению дидактических задач, а также их классификации и этапов решения. С учетом этого мы выделяем три основных типа дидактических задач: 1) конструктивные, 2) ситуативные и 3) диагностические. Вместе с этим целостный процесс решения дидактической задачи можно разбить на три этапа: 1) постановка дидактической задачи, 2) решение дидактической задачи, 3) диагностика решения дидактической задачи.

Рассмотрим особенности применения этого подхода в практике работы учителя. На начальной стадии формирования у учителей целостного подхода к процессу решения дидактических задач особое внимание следует уделять обработке отдельных действий посредством специально подобранной системы упражнений. В нее могут быть включены упражнения на установление смысловой связи между исходными данными; упражнения на анализ и поиск необходимых данных; упражнения на разработку «сюжета» дидактической задачи; упражнения на сравнение и выбор рационального дидактического решения из предложенного набора решений; упражнения на поиск возможных вариантов решения; упражнения на структурный анализ дидактической ситуации; упражнения на установление факта дидактической ошибки; упражнения на определение действия, в котором допущена ошибка; упражнения по устранению дидактической ошибки по известной причине; упражнения на определение причины ошибки и т. п. Отработав отдельные действия, можно приступать к выполнению более сложных упражнений, объединяющих группы отдельных действий. Только после этого рекомендуется переходить к комплексным заданиям на самостоятельное составление учителями дидактических задач, их решение и проверку.

Формы обучения учителей владению целостным подходом к решению дидактических задач могут варьироваться от коллективных, на первых этапах обучения, до индивидуальных самостоятельных решений на последующих этапах.

О классификации проблемных ситуаций

Опираясь на работы Д. В. Вилькеева [2], М. И. Махмутова [9], А. М. Матюшкина [10], В. Оконя [11] и др. по проблемам классификации проблемных ситуаций, мы предприняли попытку провести развернутую многомерную классификацию дидактических ситуаций. С этой целью,

прежде всего, были выделены основные критерии классификации и соответствующие им классы дидактических ситуаций:

- функционально-деятельностный критерий (конструктивные, технологические, диагностические ситуации);
- критерий теоретичности (базисные, теоретические, практические ситуации);
- критерий времени (актуализирующие, формирующие, прикладные ситуации);
- критерий продуктивности (индуктивные, дедуктивные, обобщающие ситуации);
- критерий полноты (8 типов дидактических ситуаций).

Мы применяем термин «дидактическая ситуация», ибо в зависимости от времени и места, степени теоретичности и продуктивности одна и та же учебная проблема может быть «присыкована» к тому или иному «узлу» учебного процесса и выполнять в нем определенную дидактическую функцию (более подробно об этом будет сказано ниже на примере конкретной ситуации). То есть одновременно дидактическая ситуация приобретает свойство модульности. Многомерность классификации дидактических модульных ситуаций определяется наличием различных «критериев-оснований» классификации, охватывающих разнообразные стороны процесса обучения.

Развернутость классификации вытекает из критерия полноты, согласно которому дидактические противоречия между известным и неизвестным, теоретическим и практическим компонентами определяют 8 основных типов ситуаций, которым соответствуют следующие основные типы дидактических противоречий:

- 1) между известным знанием и необходимостью применения его в нестандартных ситуациях;
- 2) между новым знанием и необходимостью применения его в новых практических условиях;
- 3) между новым практически достигнутым результатом и отсутствием его теоретического обоснования;
- 4) между известным знанием и необходимостью обоснования нового практического факта;
- 5) между известным знанием и новым знанием;
- 6) между известным практически достигнутым результатом и новым фактом;
- 7) между известным практическим фактом и необходимостью его теоретического обоснования новым знанием;

8) между известным практическим фактом и необходимостью его обоснования уже известным знанием.

Проиллюстрируем выделенные типы дидактических ситуаций (ДС) на следующем примере. Пусть дана проблема-софизм и соответствующая ей проблемная дидактическая ситуация: «Найти ошибку в следующем софизме:

$$\begin{aligned} 10 + 6 - 16 &= 15 + 9 - 24 \\ 2*(5 + 3 - 8) &= 3*(5 + 3 - 8) \\ 2 &= 3 !? \end{aligned}$$

С учетом критерия полноты на основе данной проблемы можно сконструировать следующие типы проблемных дидактических ситуаций:

ДС-1. Учащийся знает правило «На ноль делить нельзя», для него это правило – известное знание, которое он усвоил когда-то в прошлом (неделю, месяц, год... назад), и теперь, столкнувшись с проблемой « $2=3$ », вынужден применить это правило в нестандартных (но известных ему – он знает операции сложения, умножения, деления, сокращения) практических условиях.

ДС-2. Учащийся (на этапе формирования учебного занятия) узнал новое правило «На ноль делить нельзя» и на этом же этапе сталкивается с проблемой (« $2=3$ ») в новых практических условиях (деление как операция сокращения на одно и то же выражение – это новая для него практическая ситуация).

ДС-3. На этапе актуализации учащийся сталкивается с проблемой « $2=3$ », в которой произведено сокращение на выражение, равное нулю (это он устанавливает практическим путем, методом поэлементного анализа условия проблемы), но пока не знает правила («На ноль делить нельзя») для обоснования своей «эмпирической гипотезы».

ДС-4. Учащийся на предыдущих занятиях усвоил свойство операции умножения на ноль ($a*0=0$) без практической отработки этого знания на этапе применения, но прежнего знания оказалось недостаточно для объяснения нового факта « $2=3$ ».

ДС-5. Учащийся перед проблемой «На ноль умножать можно (прежнее знание), а почему на ноль нельзя делить?». Для иллюстрации этого противоречия приводится софизм « $2=3$ », откуда становится более чем очевидной необходимость правила «На ноль делить нельзя» (нового знания), несоблюдение которого может привести к абсурду.

ДС-6. Этот тип ситуации аналогичен типу ДС-4, но с одним существенным отличием: на этапе

применения учебного занятия по теме «Умножение» учащийся отрабатывал свойство $a*0=0$, выполняя практические упражнения, а на этапе актуализации учебного занятия по теме «Деление» он столкнулся с новым фактом « $2=3$ », в котором указанное свойство (как практически достигнувший результат) встречается в новой, «завуалированной», форме $2*(5+3-8)=3*(5+3-8)$ или $a*0=b*0$.

ДС-7. Учащемуся известно практическое решение проблемы « $2=3$ » через свойство «умножение на ноль»:

$$\begin{aligned} 10 + 6 - 16 &= 15 + 9 - 24 \\ 2*(5 + 3 - 8) &= 3*(5 + 3 - 8) \\ 2*0 &= 3*0 \\ 0 &= 0. \end{aligned}$$

Необходимо это практическое решение обосновать новым знанием (или найти второй способ решения):

$$\begin{aligned} 10 + 6 - 16 &= 15 + 9 - 24 \\ 2*(5 + 3 - 8) &= 3*(5 + 3 - 8) \\ \text{на ноль сокращать нельзя,} \\ \text{поэтому } 2 &\neq 3. \end{aligned}$$

ДС-8. Учащемуся известно решение софизма « $2=3$ », ему необходимо найти решение другого софизма, обоснование которого также опирается на известные знания (либо свойство «умножение на ноль», либо правило «на ноль делить нельзя»).

В той или иной форме указанные типы ситуаций встречаются в работах Д. В. Вилькеева, А. М. Матюшкина, Т. В. Кудрявцева (ситуации 1–5), М. И. Махмутова (ситуации 1–4 и 8), Г. Новацкого (ситуации 1, 2, 4, 8) и др. Ситуации 6 и 7 являются авторской разработкой для решения этой важной проблемы дидактики.

Теоретическая значимость предлагаемой классификации состоит в ее развернутости, охвате всех возможных типов дидактических противоречий между известным и неизвестным, теоретическим и практическим знанием. В совокупности с теми критериями, которые положены в основу предлагаемой классификации, мы можем говорить о многомерной развернутой классификации дидактических ситуаций.

Об инженерии процесса обучения

Определив ключевые понятия данной статьи (в частности, дидактическую проблемную ситуацию), далее мы раскроем сущность основных элементов инженерии процесса обучения [13, 14, 15, 18, 19]: типы и содержание дидактического анализа.

Обобщенно, анализ (от греческого analysis – ‘разложение’, ‘расчленение’) означает процесс

изучения/исследования предмета или явления посредством расчленения его на составные части. Соответственно, мы определяем *дидактический анализ* как метод исследования процесса обучения посредством расчленения его на составные части. При этом в качестве составных частей мы рассматриваем дидактическую систему, дидактический процесс и дидактическую ситуацию (рис. 1).



Рис. 1. Составляющие дидактической системы

С целью уточнения понятий приведем определения, отражающие понимание автором данных категорий (рабочие определения автора):

– *Дидактическая система* (от греческого *systema* – ‘целое, составленное из частей; соединение’) – целостное образование, представляющее собой совокупность взаимосвязанных компонент: целевой, содержательной, процессуальной и оценочной, необходимых для создания специально организованного обучения по достижению запланированных учебных результатов.

– *Дидактический процесс* – дидактическая система в действии.

– *Дидактическая ситуация* – единица дидактического процесса, его фрагмент в реальном времени и пространстве.

В зависимости от масштаба решаемой задачи может быть использован один из двух типов дидактического анализа:

– макроанализ дидактических систем и процессов;

– микроанализ дидактических ситуаций и задач.

Дидактический макроанализ [5, 7] может осуществляться, например, при конструировании обучающей технологии [6]: в частности, анализ

взаимосвязи ее целевой компоненты с содержанием обучения, а также с процессуальной и оценочной компонентами (рис. 2).



Рис. 2. Макроанализ элементов дидактической системы

Дидактическая ситуация может быть сформулирована в виде *дидактической задачи* (или совокупности дидактических задач), имеющей несколько вариантов решения. Область всевозможных решений дидактической задачи автор называет *пространством дидактического выбора*. Из данного пространства, в зависимости от тех или иных *дидактических переменных* (например, уровень обученности учащихся, уровень прежних знаний учащихся, стиль учения и преподавания и прочее), может быть выбрано то или иное решение. Конкретное решение, выбранное и осуществленное в данной дидактической ситуации, назовем *дидактическим ходом* (рис. 3).

Далее будет проведен микроанализ дидактической ситуации на примере описания проблемной ситуации, постановки соответствующей дидактической задачи, определения пространства дидактического выбора, учета дидактических переменных и принятия решения – осуществления конкретного дидактического хода на примере практики работы учителей математики среднего звена школы в ходе пилотажного эксперимента.

Методы и процедуры пилотажного эксперимента

В пилотажном эксперименте, который проводился в течение пяти лет (2005–2009 гг.), был апробирован один из способов применения проблемных дидактических ситуаций в практике работы учителей среднего звена школы посредством использования видеокейсов уроков математики.

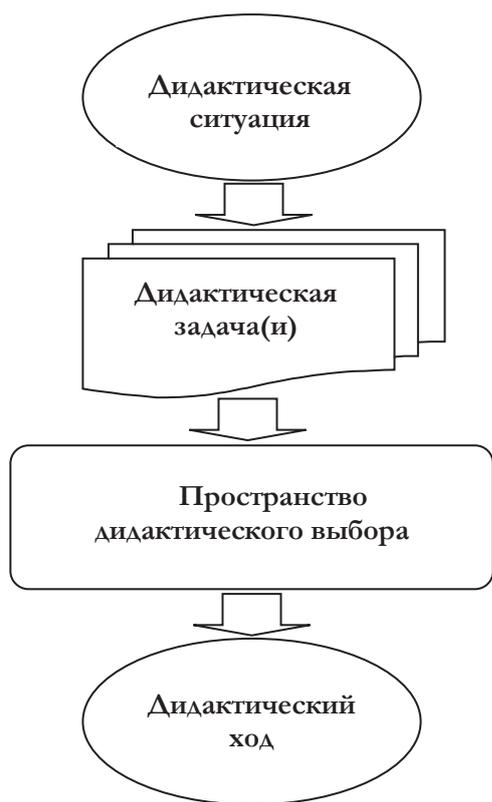


Рис. 3. Микроанализ дидактической ситуации

Контекст эксперимента. Подход дидактической инженерии апробировался на практике работы учителей математики одной из школ среднего звена (соответствующей 6–8 классам в американской системе образования) – школы имени Гарольда Уиггса г. Эль Пасо в штате Техас. Школа Уиггса является типичной государственной школой, в которой обучаются около 750 учащихся. Организационно-педагогическая структура школы Уиггса представлена несколькими кафедрами (включая кафедры математики и естественных наук). Школа оснащена компьютерными классами. В каждом кабинете математики имеются отдельный компьютер для учителя и несколько компьютеров (3–5) для учащихся, на которых они могут выполнять индивидуальные задания. Кроме того, каждый кабинет математики оснащен проекционной аппаратурой и интерактивными досками (smartboard). В школьном расписании уроки математики запланированы каждый день и длятся 90 минут.

Участники эксперимента. В эксперименте принимали участие учителя кафедры математики школы Уиггса. Кафедра математики школы насчитывает 11 учителей со стажем работы от одного года до двадцати лет. В 2003–2005 гг.

Средний уровень успеваемости учащихся школы по математике, согласно результатам единого для штата Техас стандартизированного теста, составлял 41–46 %. Учителя видели основную причину сложившейся ситуации в нежелании учащихся учиться. Летом 2005 г. группа учителей школы обратилась к автору статьи с предложением начать целенаправленную работу с кафедрой математики по повышению успеваемости школьников. Анализ нормативных документов, беседы с учителями и родителями учеников, анкетирование учащихся показали, что основная причина неуспеваемости заключалась не в нежелании учащихся учиться, вообще заключалась не столько в учащихся, сколько в учителях.

Гипотеза пилотажного эксперимента состояла в том, что неуспеваемость учеников зависит от позиционирования учителя: его дидактических, предметных знаний, его компетентности, а также его отношения к предмету и системы педагогических ценностей. У учителей сформировалось мнение о том, что они в тупике: учащиеся не хотят учиться, а учителя ничего не могут с этим поделать. Учителя стали воспринимать себя как неудачников: у многих из учителей кафедры стали опускаться руки.

После всестороннего анализа ситуации в школе Уиггса автор статьи предложил использовать дидактическую инженерию в качестве основного подхода к решению проблемы неуспеваемости. Нужно было «переломить» ситуацию: сменить пассивную позицию учителей на активную – позицию учителей-инженеров. Согласно специально разработанной автором совместно с учителями школы программы переподготовки начиная с осени 2005 г. каждые две недели проводились семинары по дидактической инженерии (по 1,5 часа). В течение года было проведено около 20 семинаров, на которых автор с учителями математики школы решал различные дидактические задачи:

- анализ и разработка учебных целей и ожидаемых результатов обучения;
- подробный анализ содержания и методов обучения;
- отбор и конструирование системы задач и упражнений для формирования у учащихся основных понятий курса математики;
- проектирование системы уроков и дидактических ситуаций для развития познавательных способностей учащихся;
- взаимопосещение уроков коллег с последующим анализом их проведения;

– изучение самостоятельных работ учащихся с анализом типовых ошибок и разработка методов их устранения;

– проведение анализа видеокейсов уроков математики и т. д.

Процедура эксперимента. В пилотажном эксперименте основным средством исследования выступили видеокейсы. Анализ каждого видеокейса предполагает систему заданий, состоящих из трех этапов: задание-решение до просмотра видеокейса; задание-пауза во время просмотра видеокейса; задание-рефлексия после просмотра видеокейса.

Этап «*задание-решение*» предшествует просмотру видеокейса и включает решение задачи или выполнение проекта, которое заснято на видеофрагменте. Цель этого задания заключается в том, чтобы студенты попробовали свои силы в решении той задачи или проекта, который они увидят на видео позже. Выполнение задания-решения позволяет студентам более внимательно отнестись к просмотру видеокейса, обратить внимание на детали учебного процесса и всесторонне анализировать действия учителя и учащихся.

Этап «*задание-пауза*» заключается в том, что во время просмотра видеокейса делается умышленная пауза и учителя вовлекаются в анализ создавшейся на уроке дидактической ситуации. Участники эксперимента должны принять на себя роль учителя в видеофрагменте и описать, как они продолжили бы урок с момента паузы, какие действия они предприняли бы для дальнейшего развития урока. Только после этого они могут продолжить просмотр видеокейса и сравнить свой предполагаемый сценарий развития урока с тем, что представлен на видеофрагменте.

В качестве инструментария для анализа видеофрагмента использовались специально разработанные схемы анализа и принятия дидактического/педагогического решения (pedagogical (в англоязычной литературе термины «педагогический» и «дидактический» имеют сходные значения) decision making chart), которые учителя заполняли во время паузы при просмотре видеофрагмента. Схема включает следующие основные блоки, аналогичные этапам микроанализа дидактической ситуации, рассмотренным выше: 1) описание дидактической ситуации на уроке с точки зрения содержания урока, действий учителя, действий учащихся, а также атмосферы на уроке; 2) описание дидактической задачи; 3) выделение дидактических переменных; 5) опи-

сание пространства дидактического выбора и б) дидактический ход.

После заполнения схемы учителя описывают сходства и различия между предложенным им сценарием и дальнейшим развитием урока на видеофрагменте.

Этап «*задание-рефлексия*» выполняется после просмотра видеокейса и включает размышления студентов по следующим основным факторам урока:

– *содержание урока*: этот фактор включает анализ предметных знаний, рассматривавшихся на уроке, и предполагает рефлексии студентов по следующим вопросам: какие математические понятия были сформированы у учащихся, какие трудности возникали у учащихся во время усвоения понятий, достигнута ли цель урока и т. д.;

– *действия учителя*: какие методы и формы обучения использовал учитель на уроке, насколько действия учителя во время урока стимулировали интерес учащихся к предмету, какие вопросы задавал учитель, как учитель реагировал на ответы учащихся и т. д.;

– *действия учащихся на уроке*: насколько результативно учащиеся работали в индивидуальном режиме, в малых группах, во фронтальных опросах и дискуссиях; по каким ответам и действиям учащихся можно определить уровень усвоения ими учебного материала, и т. д.

– *атмосфера на уроке*: способствовала ли учебная среда на уроке успешному обучению, какие наглядные средства были задействованы учителем на уроке, какие дидактические материалы использовали учащиеся при работе на уроке и т. д.

Предварительные результаты

Исследование проводилось в период с 2005 по 2009 г. Ключевым был первый год совместной работы – 2005/2006 учебный год, когда удалось изменить позиционирование учителей школы с «техников» (пассивных исполнителей) на «инженеров» (активных созидателей). Далее – в 2006/2007 учебном году – ситуация постепенно начала выравниваться: успеваемость учащихся школы Уиггса стала повышаться и соответствовать среднему показателю по штату. Для проверки уровня успеваемости была выбрана система единого стандартизированного теста, а именно – оценка уровня знаний и умений учащихся – TAKS (Texas Assessment of Knowledge and Skills). На третьем этапе – 2007/2008 учебный год – результаты учащихся школы Уиггса по математике превзошли средний показатель по штату Техас.

Надо отметить, что на третьем этапе работы произошел существенный сдвиг в позиционировании учителей по отношению к учащимся – они перестали «винить» учащихся в плохой успеваемости и стали более оптимистично смотреть на результаты своей работы. В следующем – 2008/2009 – учебном году успеваемость учащихся превзошла психологически важную для школы отметку – 85 %!

Динамика результатов успеваемости по математике учащихся школы Уиггса, по сравнению с соответствующим усредненным показателем успеваемости по штату Техас, за период экспериментальной работы с учителями школы по внедрению дидактической инженерии в учебный процесс по математике отражена на рис. 4.

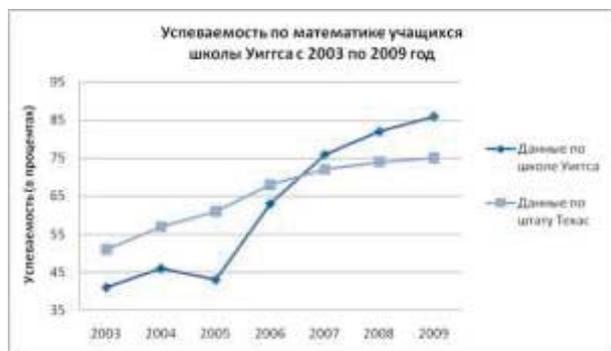


Рис. 4. Успеваемость по математике учащихся школы Уиггса

Вместо заключения

В целом, рассмотренный прием использования дидактических проблемных ситуаций помогает развить аналитические дидактические умения учителя, прежде всего на уровне микроанализа урока математики. Более того, данный прием вызывает оживленный интерес среди учителей и формирует у них качества аналитического мышления посредством выделения основных параметров дидактической ситуации, рассмотрения пространства дидактического выбора и определения наиболее эффективного дидактического хода в данной ситуации. Наиболее важным результатом эксперимента по апробации данного подхода в практике работы учителей математики явилось его влияние на успеваемость школьников тех учителей, которые были задействованы в пилотажном эксперименте.

Библиографический список

1. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. Принципы системной организации функций [Текст] / П. К. Анохин. – М., 1973. – С. 5–61.

2. Вилькеев, Д. В. О сущности и некоторых принципах классификации учебных проблемных ситуаций [Текст] / Д. В. Вилькеев // Советская педагогика. – 1974. – № 3. – С. 21–30.

3. Джонс, Дж. К. Инженерное и художественное конструирование [Текст] / Дж. Джонс. – М.: Мир, 1976.

4. Дидактика средней школы. Некоторые проблемы современной дидактики [Текст] / под ред. М. Н. Скаткина. – М.: Просвещение, 1982.

5. Епишева, О. Б. Технология обучения математике на основе деятельностного подхода [Текст] / О. Б. Епишева. – М.: Просвещение, 2003.

6. Загвязинский, В. И. Теория обучения: Современная интерпретация [Текст] / В. И. Загвязинский. – М.: Академия, 2001.

7. Крик, Э. Введение в инженерное дело [Текст] / Э. Крик. – М.: Наука, 1970.

8. Махмутов, М. И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории [Текст] / М. И. Махмутов. – М.: Педагогика, 1975.

9. Матюшкин, А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении [Текст] / А. М. Матюшкин. – М.: Педагогика, 1972.

10. Оконь, В. Введение в общую дидактику [Текст] / В. Оконь. – М.: Высшая школа, 1990.

11. Системный анализ процесса мышления [Текст] / под ред. К. Д. Судакова. – М.: Медицина, 1989.

12. Чошанов, М. А. Инженерия обучающих технологий [Текст] / М. А. Чошанов. – М.: Бином, 2011.

13. Tchoshanov, M. (2013). Engineering of learning: Conceptualizing e-Didactics. M.: UNESCO, ИТЕ.

14. Artigue, M. & Perrin-Glorian, M. (1991). Didactic engineering, research and development tool: some theoretical problems linked to this duality. For the Learning of Mathematics, 11, p. 13–17.

15. Artigue, M. (1992). Didactic engineering. Recherches en Didactique des Mathematiques, Special book ICME VII.

16. Blank W. E. (1982). Handbook for developing competency-based training programs. – New-Jersey: Prentice Hall.

17. Boaler, J. & Humphreys, C. (2005). Connecting mathematical ideas: Middle school video cases to support teaching and learning. Portsmouth, NH: Heinemann.

18. Britell J. K. (1980). Competency and excellence: The search for an egalitarian standard. The demand for a universal guarantee. Minimum competency achievement testing / Jaeger R. M. and Tittle C. K. (Eds.). – Berkeley, p. 23–29.

19. Douady, R. (1987). L'ingenierie didactique: une methodologie privilegiee de la recherche. Proceedings of 11th PME Conference, Vol. 3, p. 222–228, Montreal, Canada.

20. Douady, R. (1997). Didactic engineering. Learning and teaching mathematics: An international perspective / Edited by T. Nunes & P. Bryant. – East Sussex: Psychology Press, Pp. 373–401.

21. International Encyclopedia of Educational Technology / 2nd ed. T. Plomp & D. Ely, Eds. – New York: Pergamon, 1996.

22. Mitcham, C. (1994). Thinking through technology: The path between engineering and philosophy. – Chicago: University of Chicago Press.

23. Polya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton, NJ: Princeton University Press.

24. Polya, G. (1962). Mathematical discovery: On understanding, learning and teaching problem solving. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.

25. Ruthven, K. (2002). Linking researching with teaching: Towards synergy of scholarly and craft knowledge. Handbook

of international research in mathematics education / Editor Lyn D. English. – London: LEA, Pp. 581–598.

Reference List

1. Anohin, P. K. Principial'nye voprosy obshhej teorii funkcional'nyh sistem. Principy sistemnoj organizacii funkcij = Fundamental issues of the general theory of functional systems. Principles of the system organization of functions [Tekst] / P. K. Anohin. – M., 1973. – S. 5–61.
2. Vil'keev, D. V. O sushhnosti i nekotoryh principah klassifikacii uchebnyh problemnyh situacij = About the essence and some principles of the classification of educational problem situations [Tekst] / D. V. Vil'keev // Sovetskaja pedagogika. – 1974. – № 3. – S. 21–30.
3. Dzhons, Dzh. K. Inzhenernoe i hudozhestvennoe konstruirovanie = Engineering and art designing [Tekst] / Dzh. Dzhons. – M. : Mir, 1976.
4. Didaktika srednej shkoly. Nekotorye problemy sovremennoj didaktiki = Some problems of modern didactics [Tekst] / pod red. M. N. Skatkina. – M. : Prosveshhenie, 1982.
5. Episheva, O. B. Tehnologija obuchenija matematike na osnove dejatel'nostnogo podhoda = Technology of training in Mathematics on the basis of the activity approach [Tekst] / O. B. Episheva. – M. : Prosveshhenie, 2003.
6. Zagvjazinskij, V. I. Teorija obuchenija: Sovremennaja interpretacija = Theory of training: Modern interpretation [Tekst] / V. I. Zagvjazinskij. – M. : Akademija, 2001.
7. Krik, Je. Vvedenie v inzhenernoe delo = Introduction to engineering [Tekst] / Je. Krik. – M. : Nauka, 1970.
8. Mahmutov, M. I. Problemnoe obuchenie: Osnovnye voprosy teorii = Problem training: Main questions of the theory [Tekst] / M. I. Mahmutov. – M. : Pedagogika, 1975.
9. Matjushkin, A. M. Problemnye situacii v myshlenii i obuchenii = Problem situations in thinking and training [Tekst] / A. M. Matjushkin. – M. : Pedagogika, 1972.
10. Okon', V. Vvedenie v obshhuju didaktiku = Introduction to the general didactics [Tekst] / V. Okon'. – M. : Vysshaja shkola, 1990.
11. Sistemnyj analiz processa myshlenija = The system analysis of the thinking process [Tekst] / pod red. K. D. Sudakova. – M. : Medicina, 1989.
12. Choshanov, M. A. Inzheneriya obuchajushhih tehnologij = Engineering of the training technologies [Tekst] / M. A. Choshanov. – M. : Binom, 2011.
13. Tchoshanov, M. (2013). Engineering of learning: Conceptualizing e-Didactics. M. : UNESCO, IITE.
14. Artigue, M. & Perrin-Glorian, M. (1991). Didactic engineering, research and development tool: some theoretical problems linked to this duality. For the Learning of Mathematics, 11, p. 13–17.
15. Artigue, M. (1992). Didactic engineering. Recherches en Didactique des Mathematiques, Special book ICME VII.
16. Blank W. E. (1982). Handbook for developing competency-based training programs. – New-Jersey: Prentice Hall.
17. Boaler, J. & Humphreys, C. (2005). Connecting mathematical ideas: Middle school video cases to support teaching and learning. Portsmouth, NH: Heinemann.
18. Britell J. K. (1980). Competency and excellence: The search for an egalitarian standard. The demand for a universal guarantee. Minimum competency achievement testing / Jaeger R. M. and Tittle C. K. (Eds.). – Berkeley, p. 23–29.
19. Douady, R. (1987). L'ingenierie didactique: une methodologie privilegiee de la recherche. Proceedings of 11th PME Conference, Vol. 3, p. 222–228, Montreal, Canada.
20. Douady, R. (1997). Didactic engineering. Learning and teaching mathematics: An international perspective / Edited by T. Nunes & P. Bryant. – East Sussex: Psychology Press, Pp. 373–401.
21. International Encyclopedia of Educational Technology / 2nd ed. T. Plomp & D. Ely, Eds. – New York: Pergamon, 1996.
22. Mitcham, C. (1994). Thinking through technology: The path between engineering and philosophy. – Chicago: University of Chicago Press.
23. Polya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton, NJ: Princeton University Press.
24. Polya, G. (1962). Mathematical discovery: On understanding, learning and teaching problem solving. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
25. Ruthven, K. (2002). Linking researching with teaching: Towards synergy of scholarly and craft knowledge. Handbook of international research in mathematics education / Editor Lyn D. English. – London: LEA, Pp. 581–598.