

в статье обратит на себя внимание и историческая преемственность исследований в сфере подготовки высококвалифицированных рабочих кадров и педагогов профессионального обучения, начатая в исследованиях НОТ в России, получит свое продолжение.

### Литература

1. Ерманский О. А. О критерии рациональности // За рационализацию. – № 2. – 128. – С. 7.
2. Ерманский О. А. Теория и практика рационализации. – М.; Л. – 128. – С. XI.
3. Корицкий Э. Б., Нинциева Г. В., Шетов В. Х. Научный менеджмент: российская история. – СПб.: Питер, 1999. – 384 с.
4. Словарь-справочник по педагогике / Авт.-сост. В. А. М...п\r П. И. Пидкасистый. – М.: ТУ СФФО, 2004. – С. 271.

В. Г. Романко

## АНАЛИЗ ТЕСТИРОВАНИЯ, КАК МЕТОДА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

В статье с позиций современного естествознания и практики анализируется тестирование как метод контроля знаний учащихся. Показано, что в практической сфере преимущественное использование тестирования как метода педагогического контроля не отвечает нравственным, социально-гуманитарным и образовательным целям современного общества, а в теоретическом плане оно находится в противоречии с основополагающими концепциями современного естествознания. Делается вывод о наличии существенных ограничений на использование тестирования в образовательной сфере.

In article from positions of modern natural sciences and practice the testing as a method of the control of knowledge of the pupils is analyzed. Is shown, that in practical sphere primary use of testing, as method of the pedagogical control, does not answer the moral, social-humanitarian and educational purposes of a modern society, and in the theoretical plan it is in the contradiction with the basic concepts of modern natural sciences. Is judged, presence of essential restrictions on use of testing in educational sphere.

Как известно, в настоящее время в России осуществляется реформа системы образования. Средняя школа переходит к обязательному одиннадцатилетнему образованию и единому государственному экзамену. Система высшего образования организует институты бакалавриата и магистратуры.

В ходе проводимой реформы повсеместно в качестве средства контроля уровня знаний учащихся внедряется система письменных или машинных тестов. При этом наблюдается постепенное вытеснение всех прочих форм контроля.

Зададимся вопросом о качестве внедряемой системы педагогического контроля. Для выяснения этого сначала остановимся... на некоторых особенностях педагогической науки.

Поскольку во всех ее определениях педагогика подается как наука о методах воспитания и обучения (образования), то, сравнивая ее с производственным определением технологии, невольно сталкиваешься с параллелями: сырье и готовый продукт производства, технологические методы изменения свойств сырья и полуфабриката в процессе производства, с одной стороны, необразованный или образованный человек, и методы воспитания человека – с другой. Конечно, упрощать человека до уровня неодушевленного сырья или готовой продукции не следует. Однако любому непредвзято мыслящему человеку абсолютно ясно, что педагогика – это технология, «обрабатываемым объектом» в которой выступает чрезвычайно сложное и хрупкое образование – человек.

Педагогика как наука не может обладать широкой научной автономией: она очень сильно зависит от человеческого естества, описываемого такими фундаментальными дисциплинами, как физика, химия, биология, физиология физической и нервной деятельности, психология, философия и социология.

История развития науки и производства со всей очевидностью показывает, что наиболее успешными были те технологии, которые базировались именно на фундаментальных науках. Все другие, в основе которых данные науки отсутствовали, к настоящему времени практически не сохранились.

Из этого можно сделать заключение, чрезвычайно важное для развития педагогики: основы большинства новых педагогических идей и инноваций лежат вне педагогической науки, поэтому она по отношению к другим наукам вторична. Более того, любые инновации в педагогике, не прошедшие экспертизы в рамках других, непедagogических, фундаментальных наук, просто опасны как для отдельного человека, так и для всего общества в целом.

Именно этот «медицинский» факт, к сожалению, нередко игнорируется при принятии решений в ходе образовательных реформ. К таким опасным инновациям можно отнести и предпринимаемую на государственном уровне попытку заменить тестированием большинство прочих форм педагогического контроля. Между тем тотальное внедрение тестовой системы чревато непредсказуемыми последствиями для безопасности государства и общества.

Чтобы убедиться в этом, многого не надо – достаточно провести последовательно педагогический контроль в форме стандартного экзамена тридцатилетней давности и современного теста. Сравнение результатов будет явно не в пользу тестирования: тестовое «отлично» будет соответствовать экзаменационному «удовлетворительно», а прочие тестовые оценки – «неуду». Конеч-

но, тестовые показатели очень неплохо выглядят в отчетах, а хорошо ли при этом отдельному человеку (ведь никто, например, не хочет лечиться у плохого врача), обществу и государству?

Теперь обратимся к теории. Назовем некоторые пионерские научные разработки XX века, повлиявшие на фундаментальные науки, давшие им новый мощный импульс развития и имеющие непосредственное отношение к теоретическим основаниям педагогического контроля:

- исследования нетранзитивных отношений в социологии [122, с. 2];
- исследования роли нелинейностных компонент отношений при описании природных явлений [4, с. 8];
- исследования применимости к реальным системам теоремы Геделя об их принципиальной неполноте [1, с. 10];
- исследования систем [9].

Большинству гуманитариев, включая педагогов, приведенные выше термины (по крайней мере, некоторая их часть) незнакомы, как и результаты проведенных исследований. Однако в контексте этих исследований тестирование как метод педагогического контроля выглядит неудовлетворительно, а попытки его повсеместного внедрения – антинаучно.

**Нетранзитивность.** Начнем с раскрытия понятия нетранзитивности сложных явлений в обществе. В математике под транзитивностью отношений понимают следующее: если из **A** следует **B**, а из **B** следует **C**, то справедливо утверждение, что из **A** следует **C**. Но уже известно: даже в области математики с ее строгой логикой это выполняется не всегда. Что же касается реальных зависимостей, то все они (если не ограничиваться рамками теоретической модели рассматриваемого явления) являются принципиально нетранзитивными. Так, к примеру, в 1972 г. Нобелевская премия по экономике была присуждена К. Дж. Арроу за доказательство того, что идеальная демократия невозможна по причине нетранзитивности общественных отношений. Суть работы заключалась в том, что пять общепринятых принципов демократии логически противоречивы – невозможно придумать избирательную систему, которая не нарушала бы хотя бы один из демократических принципов [122]. Из этого, в частности, вытекают любопытные выводы: во-первых, демократия – явление не столько политическое, сколько культурно-социальное, во-вторых, любые споры на тему несовершенства той или иной формы демократии – антинаучны (хотя именно это занимает умы наших политиков и общественность).

С подобной нетранзитивностью сталкивается любой педагог во время проведения контроля знаний: несложно оценить знание или незнание учащегося по одному конкретному контрольному вопросу и чрезвычайно сложно, а порой просто невозможно дать интегрированную оценку экзаменационного билета или теста.

Чтобы понять этот парадокс, рассмотрим гипотетический случай, когда будущего хирурга экзаменуют по его действиям во время операции: первый вопрос посвящен методике проникновения собственно к объекту операции, второй – методике обработки оперируемого объекта, а третий – методам ликвидации последствий операционного вмешательства. Предположим, что будущий специалист на два из трех вопросов ответил «отлично», а на один – «неудовлетворительно». Возникает вопрос, какую интегрированную оценку ему поставить. Если взять за основу систему тестирования, то средний балл (даже при трех тестовых вопросах) будет соответствовать оценке «удовлетворительно», а при 9 таких правильных ответах из 10 предложенных тест даст оценку «отлично». Общественная же ценность такого специалиста нулевая. На приведенном примере видно, что подобная тестовая «объективность» обществу не нужна. Между тем система тестирования ничего другого не предлагает. Можно попытаться как-то усовершенствовать систему получения интегрированной оценки путем введения оценочного веса для каждого вопроса, что, несомненно, будет следующим шагом апологетов ЕГЭ и тестирования. Однако парадокс нетранзитивности и заключается в том, что любой экзамен обречен быть субъективным, и таким должен оставаться, иначе мы будем получать не творчески работающих специалистов, а роботоподобные машины в человеческом обличье. Если же решать проблему принципиально, то выход один – **система тестирования должна превратиться в подобие экспертной системы, адаптируемой под конкретного учащегося во время тестирования**. Судя по современному уровню компьютерных систем в прочих (непедагогических) предметных областях такого рода разработок просто не существует.

Мы утверждаем: **пока педагогу не будет создана интеллектуальная компьютерная замена, тестирование всегда будет уступать простому экзамену, в том числе и по объективности выставляемых оценок**. Заметим, что и в тестах всегда заключена «законсервированная» субъективность, так как любые тестовые вопросы и ответы всегда принципиально субъективны – они создаются конкретным субъектом.

**Нелинейность.** В сути понятия нелинейности лежит исчисление функций. Как известно, функции создаются человеком для количественно описания отношений между отдельными сущностями реальности [6]. В основе их исчисления еще со времен И. Ньютона лежит представление количественной характеристики изучаемого отношения в виде бесконечной суммы всевозможных произведений компонент (атрибутов) этого отношения – так называемых степенных рядов [7]. Каждая такая функция – чрезвычайно сложное для вычисления математическое выражение, которое в большинстве случаев можно вычислить только приближенно. Самое грубое приближение функции –

это пренебрежение всеми слагаемыми за исключением самых простых. Это приближение называется линейным и описывается прямыми линиями, плоскими поверхностями и другими подобными математическими объектами. Самые привычные для человека количественные сравнения «во сколько раз» или «на сколько» описывается именно этим приближением. Природные же явления описываются более изощренно – количественно именно в виде упомянутых выше бесконечных математических сумм. Долгое время естествознание и технические науки по причине вычислительной сложности использовали исключительно линейные приближения, и лишь с появлением вычислительной техники ситуация изменилась. Гуманитарные же науки до сравнительно недавнего времени, как правило, вообще не использовали математический аппарат, ограничиваясь описанием взаимодействия между сущностями исключительно на качественном уровне.

Что привнесло в естествознание учет математической «кривизны» при количественном описании отношений? Оказалось, что нелинейные вычисления буквально вдохнули жизнь в естествознание: в физике начала исчезать всегда до этого присущая ей механистичность [4; 8], время приобрело однонаправленность, многие парадоксы вдруг нашли свое объяснение. При перенесении количественных изменений атрибутов того или иного отношения на качественный уровень (обычно используемый гуманитарными науками) в полном соответствии с диалектическим законом они перейдут в новое качество. При этом пересчитательно-списочное (опять таки в форме линии!) представление мира вдруг приобретет форму дерева.

Казалось бы, какое это имеет отношение непосредственно к тестированию? Дело в том, что знания, передаваемые в процессе образования, нелинейны, как и природные отношения, т. е. имеют форму дерева. Но тогда и система контроля знаний должна этот факт отражать! Соответственно методика контроля знаний должна иметь принципиально нелинейную (не списочную!), многоуровневую форму: вместо списка тестовых вопросов следует использовать «дерево» вопросов (которые должны быть связаны между собой!), соответствующее экспертной системе [3, с. 135]. В связи с этим напрашивается «легкое» решение: вместо перечня тестовых вопросов следует создать экспертную тестовую систему. А на этом пути – новые трудности: где и в таком количестве найти экспертов, которые могут этот проект реализовать? Даже создав тест в виде дерева вопросов, мы не избежим оценочных затруднений из-за принципиальной нетранзитивности интегральной оценки. Мыслящие педагоги отмечают существенные трудности при совершенствовании внедряемой в настоящее время «простой» системы тестирования, а исследователи – при разработке стандартов тестирования [11]. Однако эти трудно-

сти по сравнению с теми, что возникнут при создании вышеупомянутых тестирующих экспертных систем окажутся просто пустяками.

**Теорема Геделя.** В 1931 г. австрийским математиком К. Геделем была доказана теорема, согласно которой в любой строгой формальной (т. е. допускающей строгую формализацию) системе всегда имеются положения, которые в рамках этой системы недоказуемы и непроверяемы. В философии эта теорема носит название «О принципиальной неполноте формальных систем» [10]. Выдающийся математик XX в. Г. Вейль [1], останавливаясь на значении этой теоремы, писал: «Нас не удивляет, что фрагмент природы... бросает вызов нашему анализу с его незавершенностью и неполнотой. Но удивительно другое: **конструкция, порожденная разумом... обретает... неясность и ущербность, если подходить к ней с позиций аксиоматики**».

Если интерпретировать эту теорему при тестировании математических знаний, где определения предельно четкие (за каждое слово следует отвечать!), то получается, что далеко не все высказывания (варианты ответов теста) можно однозначно интерпретировать как правильные или неправильные. Если к высказыванию применить одно дополнительное логическое допущение (новая аксиома), то правильным будет один вариант, если второе (другая аксиома) – другой. Математики знают, что в зависимости от такого выбора возникают целые разделы науки (например, геометрии Евклида, Лобачевского или Римана). Таким образом, тестирование по математике с предельно четкими определениями и безупречной логикой в общем случае противоречит теореме Геделя.

Если такая непростая ситуация возникает при определении уровня формальных математически четких (простых) знаний, то как быть со сложными неформальными знаниями по физике, химии, биологии, философии, педагогике, истории и т. д.? В этих дисциплинах наблюдается высокая «размытость» терминов, определений и формулировок. Причем, чем меньше в дисциплине математики, тем выше степень такой «размытости».

При этом следует отдавать себе отчет в том, что обсуждаемая нами «размытость» носит не временный, а принципиальный характер. Ее нельзя устранить, и она играет свою положительную роль в ходе процесса познания. Например, в физике существуют такие фундаментальные понятия, как «масса», «энергия», «материя», «инерциальные системы отсчета». Дать им четкое определение невозможно, а следовательно, нельзя проконтролировать их знание при помощи тестов. Тестирование по этим терминам может только навредить. Правильные ответы в системах тестирования между тем считаются априори «безошибочными».

Интересно отметить, что теорема Геделя не очень нравится некоторым математикам и ученым, трудящимся над созданием искусственного интел-

лекта, который строится на «безошибочных» алгоритмах [5]. «Вот-вот уже скоро» длится уже не одно десятилетие. Таким образом, практика подтверждает правоту К. Геделя, а, скажем, не А. Н. Колмогорова, подарившего нашему образованию школьную программу по математике, не учитывающую... возрастную физиологию высшей нервной деятельности ребенка.

Элементарный анализ также показывает, что тестирование противоречит теореме Геделя, т. е., по сути, оно антинаучно.

**Системный подход.** В современных исследованиях центральное место занимает так называемый системный подход, который «означает отражение в сознании исследователей в определенных теоретических понятиях внутренней природы, характерных черт, свойств и особенностей системы» [9, с.10]. Речь идет о том, что при исследовании окружающей действительности мы различаем в нем некоторые образования, называемые нами объектами или явлениями. К ним можно применить в значительной степени стандартную описательную схему, включающую следующие положения:

1. Наше окружение состоит из систем.
2. Каждая система состоит из связанных и взаимодействующих элементов, частей системы.
3. Каждый элемент системы сам является системой (подсистемой).
4. Каждая система является элементом системы (надсистемы).

Системы обладают следующими свойствами: относительностью, делимостью и целостностью. Свойства системы не сводятся к механической сумме свойств ее элементов: количество свойств системы всегда больше суммы свойств ее элементов.

Практика показала, что подобный подход при описании действительности весьма конструктивен и позволяет достичь впечатляющих результатов в научных исследованиях.

Поскольку педагогический контроль представляет собой исследование знаний учащихся, то будет логичным предположение, что системный подход будет и здесь перспективен: **знания учащихся должны иметь свойства системы: их можно расчленить на элементы, расчленение должно всегда обладать свойством относительности, интегрально знания учащегося не должны сводиться к сумме отдельных знаний, знания должны обладать целостностью.** Очевидно, что из всех системных свойств тестирование отображает только одно – делимость. При этом игнорируются относительность, целостность и эмерджентность знаний. Как итог при систематическом педагогическом контроле, проводимом только в виде тестов, мы получим эклектично образованных людей, не обладающих целостным знанием и не умеющих (в силу пренебрежения тестированием свойства системной относительности) произвольно расчленять

систему на элементы в зависимости от решаемой задачи. Нетрудно также предположить, что человеку, воспитанному на тестах, будет чрезвычайно трудно решать творческие задачи, связанные с синтезом нового знания.

Парадоксально также и то, что при обсуждении внедряемого ЕГЭ и систем тестирования педагогическое сообщество, отвлекаясь на технические детали тестирования как средства педагогического контроля, полностью опускает из виду получаемый итоговый образовательный результат. Иначе говоря, за деревьями не видно леса. Ведь каждому мыслящему человеку понятно, что система образования необходима для воспроизводства и развития культуры (в широком смысле этого слова) в подрастающем поколении, а не для отчетности и победных реляций. Если воспроизводства не будет, то общество ожидает одичание и деградация. С этих позиций совершенно ясно, что тесты как средство педагогического контроля – самое неудачное из всех возможных.

Тестирование, направленное на «вдалбливание» того или иного определения явления или предмета, обедняет их образ, создаваемый педагогом в ходе учебного процесса. Система тестирования как форма контроля формирует в знаниях учащегося подмену явления или предмета их определением, окружающую реальность – жесткой и, зачастую, единственной моделью или, что еще хуже, схемой этой реальности. Другие модели, даже более близкие к реальности (другие варианты ответов на вопрос теста), объявляются ложными. И это не голословные утверждения: можно привести многочисленные примеры<sup>1</sup>.

Чтобы оценить масштабы распространенности подмены реальности ее схемой, были опрошены выпускники общеобразовательных школ на предмет, чем являются законы Ньютона: законами природы или законами физики. В подавляющем большинстве ответ был «законами природы», реже – «законами природы и физики» и совсем редко – «законами физики». Таким образом, в мировоззрении выпускников школ в подавляющем большинстве формальная ньютоновская модель законов мироздания подменяет сами законы мироздания.

Чтобы проанализировать суть познания рассмотрим достаточно простую, но наглядную модель взаимодействия человеческого сознания и реального мира, который на рисунке имеет форму конуса. На самом деле, как показывает анализ, мир имеет очень много измерений (характеристик), а чело-

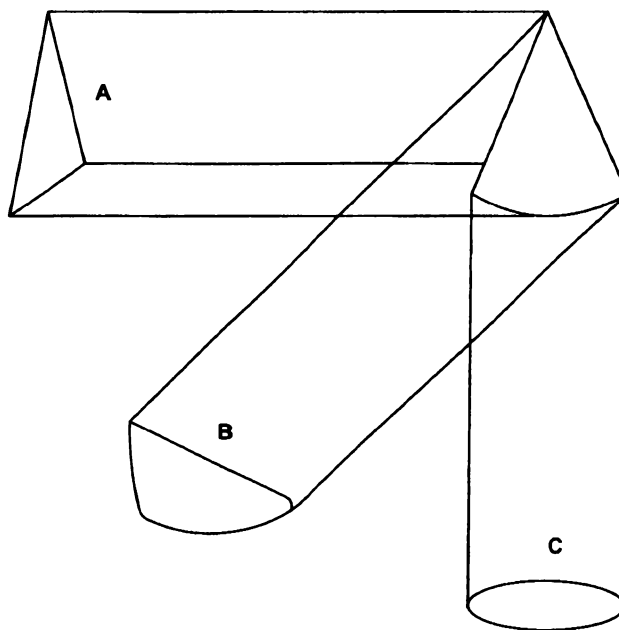
---

<sup>1</sup> Однажды на вступительном экзамене по физике, проводившемся в форме собеседования, абитуриенту был задан вопрос: «Что необходимо сделать, чтобы свеча, горящая в бесконечно длинном туннеле, была **невидимой**?». «Правильный» ответ подразумевал зеркальные стены (на фоне отражающих свет стен свеча становилась **неразличимой**). Однако абитуриент предложил другой ответ: «Чтобы свеча не была видимой, следует перемещаться в ее направлении (или от нее) с околосветовой скоростью: в результате эффекта Доплера видимое излучение свечи действительно становится **невидимым**». Согласитесь, что **невидимая** свеча и свеча **неразличимая** на фоне стен – понятия очень разные, что и было отмечено экзаменаторами. Зададимся вопросом, какую оценку мог получить абитуриент в случае письменного теста?



век (даже специалист) в каждый момент времени полноценно контролирует не более чем семь (чаще всего два) из них. То есть модель бесконечномерного природного явления в нашем сознании двумерна или трехмерна и очень редко семимерна. Поэтому приводимая геометрическая модель чрезвычайно груба: бесконечное количество измерений реальности заменено тремя, а семимерность человеческого восприятия – двумя.

Из рисунка видно, что в зависимости от местонахождения в трехмерном мире двумерное существо будет воспринимать мир (конус) по-разному: находясь в точке А, оно воспринимает мир в виде треугольника, в точке В – в виде капли, а в точке С – в виде круга. То есть трехмерный мир изменяется в процессе перемещения двумерного существа. Хорошо если этому существу будет позволено передвигаться по всей поверхности трехмерного тела, чтобы составить его «галографическую» карту. А если не позволено, тогда три существа, находящиеся в означенных точках, будут воспринимать данный объект принципиально по-разному и в равной степени достоверно. Нетрудно предположить, какая между ними разгорится дискуссия на предмет мироустройства и «правильности» мировоззрения. Это напоминает притчу о трех слепцах, пытавшихся определить, что есть слон, когда один из них ощупывал хобот, второй – бивень, а третий – ногу.



Представление различных проекций конуса как пример перехода от трехмерного восприятия мира к двумерному

К какому заключению приводит анализ данной модели?

Во-первых, **многообразию мира не может быть представлено одним вариантом (моделью)** (как видно из рисунка одной двумерной проекцией нельзя адекватно отразить трехмерное тело).

Во-вторых, **познание мира лежит через признание равноправия и относительно равной адекватности ему всех его описаний (моделей)**, если они сознательно не искажены.

В-третьих, **к целостному правильному представлению об окружающем нас мире мы можем приблизиться только за счет системного соединения различных малоискаженных представлений (моделей)**.

К этим же выводам пришло и естествознание к середине XX века. Это составляет суть парадигмы неклассической научной революции.

Приведенный анализ убийственен для всякого рода жестких схем и моделей, претендующих на «истинность», а значит, и для всякого рода тестов, если только по ним определяется адекватность образования человека по отношению к окружающей реальности.

Этот же анализ определяет относительно небольшую область применимости тестирования: тесты необычайно эффективны при контроле усвоения учащимися всякого рода схем и жестких моделей, т. е. конечномерных проекций бесконечномерного мироздания. И только.

К непреодолимым порокам необразных модельных представлений можно отнести также и то, что каждая модель описывается своей совокупностью определений (терминами языка модели, языком частной науки), при этом часто одно и то же слово в различных моделях обозначает различные понятия. Так, например, слово «шина» обозначает три различных понятия в электротехнике, информационных технологиях и автотранспорте.

Возможно предположение, что подмена реальности его моделью не так уж и плоха и приведенная критика значительно преувеличена. Действительно, пусть учащийся сначала хорошо усвоит жесткие модельные знания, а потом жизнь и практическая деятельность все расставит по местам.

Однако это заблуждение очень опасно для культуры, общества и цивилизации в целом. Во-первых, именно подмена реальности ее моделью порождает извечный конфликт отцов и детей, что разобщает общество: обычно молодое поколение увлекается логикой и теоретизированием, что порождает юношеский максимализм; старшее же поколение в результате многолетней практики приобретает некую жизненную мудрость и относится к излишнему теоретизированию скептически.

Во-вторых, в связи с возрастанием количества таких моделей со временем из-за неизбежного возрастания количества информации конфликтность

отношений между представителями разных поколений будет только нарастать, превращаясь в большую проблему. И эту проблему следует ликвидировать уже сейчас.

В-третьих, история XX столетия показала, что молодой человек, образованный при помощи таких логически безупречных жестких моделей, легко подвержен любому стороннему влиянию. Из таких людей легко можно «лепить» коммунистов-интернационалистов, допускающих красный террор по отношению к «классовым врагам» и «врагам народа», национал-социалистов, осуществляющих геноцид, террористов и, наконец, просто стадо.

Так доверяясь «железной логике» А. Гитлера и сделав допущение, что людьми являются только немцы, миллионы обыкновенных жителей Германии вдруг превратились в рьяных нацистов. Андрей Нуйкин в середине 80-х гг. в журнале «Новый мир» опубликовал исследование, посвященное причинам нацизма, в котором обосновал, что одной из причин его появления стало... всеобщее школьное образование, которое было осуществлено в странах Европы в первой третьей XX в. Он показал, что образование, оторванное от практики, формирует у молодых людей веру в исключительность логического теоретического знания, преобладающего над знаниями практическими. Как в этом свете выглядит «логичность» и «точность» тестовых формулировок педагогического контроля ЕГЭ?

Таким образом, для нас очевидно:

- тестирование, как метод педагогического контроля в том его виде, в котором оно внедряется в современной России, оказывает крайне негативное влияние на воспитание подрастающего поколения;
- эффективность тестовых методов контроля в образовательном процессе высока в редких случаях, обычно сводящихся к точности цитирования модельных знаний с непременным указанием принципиальной неполноты такой модели;
- использование тестирования как единственной формы педагогического контроля по сути антинаучно;
- ЕГЭ в нынешней его форме в виде тестов наносит, без преувеличения, ни с чем не сравнимый и непоправимый вред обществу и государству.

#### Литература

1. Вейль Г. Математическое мышление. – М.: Наука, 1989. – С. 32.
2. Гарднер М. Путешествие во времени. Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – С. 67–83.
3. Калейчик М. М. Квалиметрия: Учеб. пособие. – М.: МГИУ, 2006. – 200 с.
4. Компьютеры и нелинейные явления: Информатика и современное естествознание / Под ред. акад. А. А. Самарского. – М.: Наука, 1988. – 192 с.

5. Кузичев А. С. Программа Колмогорова, интеллектуальные системы и теоремы Геделя о неполноте / Искусственный интеллект: междисциплинарный подход / Под ред. Д. И. Дубровского и В. А. Лекторского. – М.: ИИнтелЛ, 2006. – С. 330–346.
6. Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч. 2 изд. Т. 20. – С. 37.
7. Ньютон И. Математические работы. – М.-Л., 1937. – 452 с.
8. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. – М.: Наука, 1985. – 327 с.
9. Разумов О. С., Благодатских В. А. Системные знания: концепция, методология, практика. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 400 с.
10. Философский словарь / Под ред. М. М. Розенталя и П. Ф. Юдина. – М., 1963. – С. 90.
11. Хлебников В. А. Проблемы, симптомы и пути реорганизации ЕГЭ в систему добровольной сертификации / Образование и наука. – 2006. – № 3(39). – С. 5–16.
12. Arrow K. J. Social and Individual Values. – Wiley, 1951.