

## ПРИНЦИП ИНВАРИАНТНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ КВАЛИМЕТРИИ

**С.А. Сафонцев**

**Квалиметрическое описание образовательного процесса предполагает анализ опыта создания подобных теорий в других областях научного знания.**

Когда речь идёт об изучении сложного многофакторного объекта, которым является процесс обучения, возникает естественное желание ограничиться анализом статистических результатов педагогической диагностики с помощью методов теории вероятности<sup>1</sup>. Но поскольку основной задачей образовательной квалиметрии является преобразование качественных показателей процесса обучения в количественные, помимо личностных характеристик учащихся, измеряемых с помощью нормативно-критериального тестирования, потребуются квалиметрические величины, описывающие образовательный процесс в целом. Установить, какие из статистически значимых результатов педагогической диагностики окажутся квалиметрически значимыми, можно только в результате детального анализа закономерностей процесса обучения<sup>2</sup>. Детерминированный подход к описанию квалиметрических аспектов образовательного процесса позволяет создать математическую модель, включающую в себя основные по-

нятия, способные охарактеризовать качество процесса обучения.

Исследуя закономерности развития природы и общества, человек создал методологию философии, которая предполагает построение логически обоснованных выводов на основе небольшого количества исходных постулатов. Именно такой методологический подход может обеспечить создание детерминированной теории образовательной квалиметрии. Основой целого ряда естественно-научных дисциплин, в которых используются методы математического моделирования, стала натуральная философия<sup>3</sup>. Истоки её уходят в античные времена, но только в XVII веке натуральная философия стала органично сочетать в себе гуманитарный и математический подходы к анализу явлений природы. В работах Г. Галилея и И. Ньютона впервые была предпринята математическая формализация вербального описания кинематических и динамических процессов<sup>4</sup>. С одной стороны, резко увеличилась строгость получаемых выводов, а, с другой сторо-

1

*Ительсон Л.Б.* Математические методы в педагогике / Автореф. доктор. дисс. М., 1965; *Каплан В.Е., Каплан М.В.* К основам статистической обработки успеваемости в системе мониторинга качества образования // Стандарты и мониторинг в образовании. 1999. №5. С. 32–39; *Овакимян В.О.* Опыт применения вероятностной модели обучения // Педагогика. 1993. № 2. С. 24–26.

2

*Аветисов А.А.* О системологическом подходе в теории оценки и управления качеством образования / Квалиметрия человека и образования: методология и практика. М., 1996; *Яковлев Е.В.* Квалиметрический подход в педагогическом исследовании: новое видение // Педагогика. 1998. № 3. С. 49–54.

3

*Пуанкаре А.* О науке. М., 1990.

4

*Борн М.* Эйнштейновская теория относительности. М., 1972.

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

ны, проводимые рассуждения были недоступны для людей не сведущих в математике. Подобная же проблема возникает при попытках математического описания образовательного процесса<sup>5</sup>. Однако создавая теоретические основы образовательной квалиметрии, необходимо предполагать, что те, кто заинтересован в развитии данного направления педагогики, владеют элементарными математическими навыками. Большие трудности возникают в связи с тем, что формализация философских методов приводит к наделению математических моделей признаками элементов реальности. Это особенно опасно в процессе последующей интерпретации результатов исследований латентных характеристик учащихся. К реальным свойствам личности легко отнести используемые с целью формализации рассматриваемого процесса условные величины. Аналогичная ситуация складывается в современной натуральной философии, когда речь идёт о свойствах микрообъектов, недоступных для непосредственного измерения<sup>6</sup>.

Необходимость использовать в теории образовательной квалиметрии математические методы продиктована целью рассматриваемой научной дисциплины, а также характером эмпирических данных, которые являются источником гипотез и критерием их справедливости. Однако следует внимательно относиться к толкова-

нию тех или иных понятий и теоретических выводов. Каждое математическое соотношение должно быть подвергнуто исчерпывающему вербальному описанию с указанием смыслового содержания всех входящих в него величин.

Истоки модельного представления образовательного процесса относятся к началу XIX века, когда И.Ф. Гербарт<sup>7</sup>, анализируя возможность строго научного описания процесса обучения, сформулировал систему теорем, выведенных из наиболее общих принципов мышления. Однако, в силу сложности определения единственно верной интерпретации образовательного процесса, а также несовершенства методов формализации того времени, создать логически завершённую теорию оказалось невозможно. В дальнейшем педагогическая диагностика развивалась как чисто эмпирическая дисциплина, использующая статистические методы обработки результатов тестирования.

Первопроходцем тестовой диагностики можно считать английского учёного Ф. Гальтона<sup>8</sup>, который в 1884–1885 годах провёл серию испытаний детей и взрослых в возрасте от 5 до 80 лет на быстроту реакции, вес, ёмкость лёгких, силу кисти, силу удара кулаком, рост и остроту зрения. Кроме того, оценивались способности испытуемых запоминать буквы и различать цвета. Отказавшись от интуитивной оценки свойств личности, Гальтон воспользовался статисти-

5

*Ительсон Л.Б.* Математические методы в педагогике / Автореф. доктор. дисс. М., 1965.

6

*Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. В 9 т. М., 1977.

7

*Гербарт И.Ф.* Избранные педагогические сочинения. М., 1940.

8

*Galton F.* Psychometric experiments. Brain. 1879, 2.

ческой обработкой результатов эксперимента<sup>9</sup>. Однако впервые корректно определить интеллектуальные способности детей удалось в начале XX века французскому психологу А. Бине. Путём определения трудности заданий для групп детей разного возраста и критериальной валидности результатов тестирования сравнением с мнением преподавателей была проведена простейшая процедура стандартизации теста. Кроме того, Бине впервые разработал инструкции по проведению тестирования<sup>10</sup>.

Достижения психологического тестирования позволили развивать педагогическую диагностику на солидной математической основе, созданием которой занимались К. Пирсон<sup>11</sup>, Г.Ф. Кьюдер и М.В. Ричардсон<sup>12</sup>, П.Ж. Рюлон<sup>13</sup>, Р.Л. Ибел<sup>14</sup>, Р. Гласер<sup>15</sup> и Г. Раш<sup>16</sup>. В современных образовательных технологиях широко используются достижения педагогической диагностики<sup>17</sup>. В практике большинства учебных заведений применяются тесты входного, текущего, рубежного и итогового контроля, а, кроме того, в процессе самоконтроля широко используются тестовые задания. В полной мере потенциал самодиагностики удаётся реализовать в различных способах индивидуализированного адаптивного обучения<sup>18</sup>.

Несмотря на правомочность субъективной интерпретации результатов педагогической диагностики, существует объективная

потребность в разработке тестовых методик, а значит — инвариантного подхода к описанию образовательного процесса<sup>19</sup>. Выполнить эту задачу можно только на основе методологии современной натуральной философии, которая отталкивается от объективного характера всех природных процессов<sup>20</sup>. Также как физический процесс не зависит от выбранной для его описания системы отсчёта, образовательный процесс не должен зависеть от точки зрения диагноста. Возможность подобного подхода основана на уверенности всех участников процесса обучения и окружающих в том, что существуют объективные индивидуальные и групповые показатели степени его эффективности.

Действительно, никто не может сомневаться в том, что преподаватели обмениваются информацией со своими подопечными, в результате чего учащиеся повышают свой уровень достижений в данной образовательной области и развивают собственные потенциальные возможности. Различные диагносты могут по-разному оценивать результативность процесса обучения и степень соответствия уровней достижений требованиям образовательных стандартов, но невозможно отрицать сам факт существования системы передачи информации от одного субъекта образовательного пространства другому. Даже если получен отрицательный результат и учащиеся не смогли переместиться вдоль

## Теория

### 9

Методические основы профессионального отбора. Рига, 1968.

### 10

Анастаси А. Психологическое тестирование. В 2 т. М., 1982.

### 11

Pearson K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Philosophical Magazine, Series 6. 1901. 2.

### 12

Kuder G.F., Richardson M.W. The theory of the estimation of test reliability. Psychometric, v.2, No 3, September, 1937.

### 13

Rulon P.J. A simplified procedure for determining the reliability of a test of split-halves. Harvard Educational Review. 1939, 9. С. 25–35.

### 14

Ebel R.L. Content standard test scores. Educational and Psychological Measurement. 1962, 22; Ebel R.L. Measuring Educational Achievement. Englewood Cliffs, N. J. 1965. 204 с.

### 15

Glaser R. Instructional technology and the measurement of learning outcomes. American Psychologist. 1963, 18.

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика****16**

*Rasch G.* Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Test, 1960, Copenhagen, Denmark: Danish Institute for Educational Research.

**17**

*Селевко Г.К.* Современные образовательные технологии. М., 1998.

**18**

*Чельщикова М.Б.* Разработка педагогических тестов на основе современных математических моделей. М., 1995.

**19**

*Нейман Ю.М.* Об оценивании уровня подготовленности учащихся по результатам Единого государственного экзамена. М., 2002.

**20**

*Борн М.* Эйнштейновская теория относительности. М., 1972.

**21**

*Михайлычев Е.А., Кравченко В.Ф., Сафонцев С.А.* Интервальная шкала оценок потенциальных возможностей учащихся // Стандарты и мониторинг в образовании. 2001. № 3. С. 51–54.

шкалы уровней достижений — это тоже результат определённого образовательного процесса. Следовательно, необходимо признать реальность процесса обучения, а также образовательной деятельности преподавателей и учебных заведений.

Может возникнуть естественный вопрос о том, зачем же доказывать совершенно очевидные факты. Но если подобный вывод напрашивается сам собой, то это и есть косвенное подтверждение реального характера рассматриваемого объекта. Однако поставленный вопрос вовсе не праздный, так как при описании того или иного явления может возникнуть путаница между объективной сущностью происходящего и субъективным представлением о ней. Например, в результате очередного этапа процесса обучения ученик достиг вполне определённого уровня достижений, позволившего ему не только овладеть ранее изученным материалом, но и приступить к активному освоению новой информации. Следовательно, изменение умственного возраста индивида близко к изменению его биологического возраста, что соответствует нормальным потенциальным возможностям<sup>21</sup>. Однако по результатам тестирования, проведённого преподавателем, изменение уровней достижений оказалось меньше, чем по результатам независимого тестирования. Возникает вопрос о реальных результатах процесса обучения, которые

нельзя идентифицировать с той или иной процедурой тестирования. Каждая из них является лишь опосредованным способом выражения состояния индивида и в той или иной степени приближается к реальным результатам процесса обучения. Считая объектом исследования теоретической образовательной квалиметрии образовательный процесс, необходимо подчеркнуть субъективный характер результатов тестирования в силу их зависимости от способа интерпретации диагностом.

Проведённое рассуждение является примером использования методологии современной натуральной философии, в основу которой положено разграничение эмпирически подтверждённых фактов, называемых элементами реальности, и логически обоснованных рассуждений, отражающих субъективную точку зрения исследователя, называемых способом описания. Чтобы разобратся в данной методологии, рассмотрим простейший пример. Если на столе лежит карандаш, то с точки зрения сидящего за столом человека он неподвижен. Однако с точки зрения человека, проходящего мимо стола, карандаш движется в противоположном направлении вместе со столом и со всеми окружающими его предметами. Что же происходит с карандашом на самом деле? На первый взгляд кажется, что более правильным является точка зрения человека, сидящего неподвижно за

столом, тем более что движущийся человек легко может объяснить результаты своих наблюдений фактом собственного перемещения мимо стола. Но на самом деле не существует объективных оснований считать, что описание данного процесса с позиций движущегося человека неправомерно. Обе точки зрения одинаково приемлемы в качестве способа субъективного восприятия реальности.

Сформулируем вопрос о причинах подобного поведения рассматриваемого объекта так: «Почему карандаш покоится относительно стола или перемещается вместе с ним в сторону, противоположную направлению движения идущего человека?» Сидящий за столом человек может объяснить это тем, что стол покоится и не существует внешних причин, заставляющих карандаш сдвигаться. Проходящий мимо человек объяснит совместное перемещение стола и карандаша тем, что между ними существует некоторое взаимодействие. В подобной ситуации сторонний наблюдатель оказывается в более выигрышном положении, так как он может учитывать более широкий круг факторов, оказывающих влияние на поведение рассматриваемого объекта. Действительно, элементом реальности в данном примере является лишь то, что карандаш и стол взаимодействуют друг с другом. Если бы подобного взаимодействия не было, карандаш просто провалился бы под стол. описа-

ние же этого процесса различными наблюдателями является лишь выражением их субъективной точки зрения.

Методология современной натуральной философии обладает огромной универсальностью, так как позволяет выявить элементы реальности рассматриваемого процесса независимо от того, какова его природа. Использование собственной системы отсчёта, связанной с покоящимся наблюдателем, приводит к простейшему способу описания. Например, когда преподаватель, работающий с определённым контингентом учащихся, проводит диагностику уровней достижений подопечных, при всём стремлении к объективности квалитетической процедуры он может легко упустить из виду незначительные отклонения от стандарта, объясняя их психофизическими особенностями испытуемых. В этом случае глубокое знание личности ученика и его семейных проблем может сыграть злую шутку с диагностом. Кроме того, невозможно требовать от преподавателя полностью объективного отношения к собственным воспитанникам, так как результаты педагогической деятельности он неминуемо проецирует на самого себя. Это не означает стремление преподавателя скрыть какие-либо недостатки в организации процесса обучения, просто он принципиально не способен объективно оценить меру собственного влияния на каждого уча-

## Теория

шегося. В результате описание педагогического действия, совершённого преподавателем в собственной системе отсчёта, учитывает ограниченное число факторов, формирующих образовательный процесс.

Привлечение к процедуре тестирования независимого диагноста позволяет приблизить способ описания к элементам реальности. Используя систему стороннего наблюдателя, в которой строго соблюдаются квалиметрические процедуры, можно проанализировать всю систему взаимодействий между субъектами образовательного процесса, что приводит к получению объективных результатов тестирования. Здесь прослеживается прямая аналогия с приведённым примером, где сторонний наблюдатель смог точнее охарактеризовать причину поведения рассматриваемого объекта. Исключительная роль независимого диагноста заключается в том, что относительно него учащийся является объектом исследования, а относительно преподавателя — субъектом образовательного пространства. Субъектный статус ученика в личностно-ориентированном процессе обучения значительно сужает диагностические возможности преподавателя. Явно выигрывая в психолого-педагогическом аспекте своей деятельности, преподаватель проигрывает в квалиметрическом аспекте. Поэтому следует признать необходимость независимого тестирования уча-

щихся, особенно на заключительной стадии обучения.

Сформулируем принцип инвариантности образовательной квалиметрии: **образовательный процесс не зависит от точки зрения диагноста**. Это значит, что в дальнейшем при описании всевозможных педагогических процессов мы должны подчёркивать субъективный характер создаваемых моделей и помнить о том, что реально существующий образовательный процесс совершенно не зависит от способов его описания. Правда, не следует забывать о возможном влиянии высказанных суждений о тенденциях развития исследуемого процесса и особенно о результатах тестовой диагностики на дальнейшую педагогическую деятельность преподавателя. Психологически вполне оправданно стремление внести коррективы в собственные практические действия, если итоги обучения признаны неудовлетворительными. Однако следует различать мнение административно зависимых диагностов, конкурирующих преподавателей и стандартизованного нормативно-критериального тестирования, проводимого независимым диагностом.

Приступая к созданию теоретических основ образовательной квалиметрии, мы должны полностью раскрыть содержание принципа инвариантности, который должен стать базой для введения целого ряда основополагающих понятий и последующих логичес-

ких выводов. Термин «инвариантность» может быть истолкован как «отвергающий многовариантность». Понятие, к которому применяется данный термин, должно обладать свойством неизменности качественного и количественного выражения при выборе другой системы отсчёта. Под «системой отсчёта» следует понимать не строго формализованную физическую структуру, а лишь определённую точку зрения наблюдателя. Поскольку в образовательной квалификации наблюдатель или исследователь ассоциируется с термином «диагност», принцип инвариантности можно было бы перефразировать так: образовательный процесс не зависит от выбранной для его описания системы отсчёта.

Самым ярким примером инвариантной величины может служить скорость света, физическое определение которой, математическая формула и численное значение остаются неизменными в любой системе отсчёта<sup>22</sup>. Этот факт многими воспринимается как довольно необычный, так как известно, что при перемещении объекта относительно движущейся системы отсчёта его скорость относительно неподвижной системы находится с помощью векторного сложения скоростей. Например, если пассажир поезда перемещается внутри вагона по ходу его движения, то его скорость относительно полотна дороги оказывается больше. Если же он идёт в противоположном направлении,

то его скорость относительно дороги уменьшается.

Причина инвариантности скорости света имеет глубокую философскую основу, которая была раскрыта А. Эйнштейном в его теории относительности<sup>23</sup>. Дело в том, что скорость света совпадает со скоростью передачи различных взаимодействий. Ни один объект не может почувствовать присутствие другого объекта быстрее, чем со скоростью света. Следовательно, эта скорость должна быть максимально возможной. Предположим, что некоторый объект движется со скоростью большей скорости света. Встречая на своём пути препятствие, этот объект сможет преодолеть его раньше, чем вступит с ним во взаимодействие. Например, пуля, летящая со скоростью большей, чем скорость передачи взаимодействий, окажется за стеной, а затем уже возникнет след от удара. Если же стена достаточно крепкая, то в ней может даже не образоваться отверстия. Подобный результат просто невозможен, поэтому справедлив вывод о максимальной величине скорости света.

В силу предельного значения скорости передачи взаимодействия, эта скорость является инвариантной величиной. Понять справедливость этого вывода можно на примере. Рассмотрим работу турникета в метрополитене, который закрывается при перекрытии светового луча входящим в него пассажиром. Избежать этого

## Теория

160600

22

Майкельсон А.А. Исследования по оптике. М.; Л., 1928.

23

Борн М. Эйнштейновская теория относительности. М., 1972.

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

**Принцип  
инвариантности  
образовательной  
квалиметрии**

можно только с помощью специальной магнитной карточки, вкладываемой в автоматическое устройство. Если считать, что скорость передачи взаимодействий зависит от точки зрения наблюдателя, то в собственной системе отсчёта, связанной с турникетом, безбилетный пассажир не сможет попасть в метро, а в системе отсчёта, связанной с каким-либо транспортным средством, движущимся вдоль направления луча света, может оказаться, что пассажир прошёл турникет. Все дело в том, что скорость света в движущейся системе отсчёта согласно классическим представлениям окажется несколько меньше. В результате мы получаем два элемента реальности: один заключается в том, что безбилетный пассажир остался перед турникетом, а второй — в том, что этот пассажир прошёл внутрь станции метро. Это противоречит объективному характеру реальности, так как необходимым свойством объективности происходящего является единственность элементов реальности. Если же признать множественность проявлений реальности в одной и той же физической ситуации, то не представляется возможным разграничить элементы реальности и способы их описания.

Аналогично тому, как из принципа относительности Эйнштейна вытекает инвариантность скорости света, следствием принципа инвариантности образовательной квалиметрии должно

стать требование неизменности скорости передачи информации между субъектами образовательного пространства с точки зрения любого диагноста. Если учащийся, по мнению преподавателя, усвоил материал в установленное программой время, то к такому же выводу должна прийти независимая инспекторская проверка. Родители, заинтересованные в успехах своего ребёнка, также должны почувствовать повышение уровня его учебных достижений. Но самое главное, что усвоение данного материала должно быть столь же очевидным для самого ученика. Конечно, возможно субъективное толкование учебных достижений, а самое главное, различные объяснения причин усвоения изученного материала: преподаватель может приписать полученный результат своему высокому профессионализму, инспектор — потенциальным возможностям учащегося, родители — уровню интеллекта их ребёнка, а сам ученик — случайности. Кто же из них прав, можно установить только в результате кропотливых исследований образовательного процесса с помощью квалиметрических методов. Только они способны установить истинные потенциальные возможности учащегося, квалификацию преподавателя и соответствие изучаемого материала действующим стандартам. Следовательно, скорость передачи информации, как неотъемлемый элемент образовательного процес-



са, не зависит от субъективного мнения диагноста.

Следует более подробно обсудить ограничения скорости передачи информации. В отличие от скорости света, которая является предельным значением быстроты передачи физических взаимодействий, скорость интеллектуального общения оказывается значительно медленнее, так как логически-обоснованная деятельность предполагает вовлечение в неё огромного количества нейронов мозга. Также как быстродействие компьютера зависит от тактовой частоты процессора и сложности решаемой задачи, скорость усвоения предложенного материала зависит не только от интеллекта учащегося, но и от сложности самого материала<sup>24</sup>. В связи с этим, необходимо строго различать понятия «сложность» и «трудность», используемые при создании контрольно-измерительных материалов. Трудность определяется той частью репрезентативной выборки генеральной совокупности испытуемых, которая справляется с предложенным заданием. Если 40% учащихся, входящих в репрезентативную выборку, дают правильный ответ на предложенное тестовое задание, а другие 60% не могут справиться с поставленной задачей, то её трудность равна 0,4. Чем больше процент выполнения задания, тем легче предлагаемый материал. Поскольку для учащихся с различными потенциальными возможностями индивидуальное восприятие

трудности материала оказывается разным, при определении стандартной скорости усвоения информации необходимо ориентироваться на нормальный (единичный) уровень потенциальных возможностей, который соответствует моде статистического распределения результатов тестирования репрезентативной выборки учащихся<sup>25</sup>.

Сложность изучаемого материала, в отличие от трудности, не связана непосредственно с результатами тестирования. Она определяется количеством необходимых логически обоснованных операций, которые должен выполнить учащийся для усвоения изучаемого материала или решения контрольной задачи. Например, чтобы найти путь, пройденный объектом с заданной скоростью в течение определённого времени, необходимо владеть понятиями «путь» и «скорость», а также знать их взаимосвязь с интервалом времени. Подобное задание может быть выполнено при условии реализации трёх логических операций (ЛО), связанных с пониманием того, что требуется рассчитать расстояние, пройденное объектом вдоль его траектории движения (ЛО№1), что величина скорости определяет расстояние, которое объект способен преодолеть за единицу времени (ЛО№2), и, наконец, что для нахождения искомой величины достаточно умножить величину скорости на соответствующее время движения объекта (ЛО№3). Конечно, выполняя предложенное зада-

## Теория

100000

### 24

*Ительсон Л.Б.* Математические методы в педагогике / Автореф. доктор. дисс. М., 1965.

### 25

*Михайлычев Е.А., Кравченко В.Ф., Сафонцев С.А.* Интервальная шкала оценок потенциальных возможностей учащихся // Стандарты и мониторинг в образовании. 2001. № 3. С. 51–54.

**Задания**

ние, ученик может просто угадать необходимое математическое действие или формально использовать давно заученное соотношение. Это возможно в силу малой трудности отдельных логических операций, используемых в данном задании. Если же задание включает в себя более трудные логические операции, то возможность формального подхода к её решению практически исключается. Например, необходимо определить изменение потока магнитного поля через замкнутый проводящий контур в течение определённого интервала времени, если известна возникающая в нём электродвижущая сила. Чтобы решить данную задачу, необходимо владеть понятиями «магнитный поток» и «электромагнитная индукция», а также законом электромагнитной индукции. Испытуемый должен понимать, что изменение потока магнитного поля, пронизывающего проводящий контур, приводит к возникновению в нём индукционной электродвижущей силы (ЛОН№1), что при положительном знаке электродвижущей силы поток будет уменьшаться, а при отрицательном — увеличиваться (ЛОН№2), и, наконец, что изменение магнитного потока найдется как произведение электродвижущей силы, взятой с обратным знаком, на соответствующий интервал времени (ЛОН№3). Количество логических операций по сравнению с предыдущим примером осталось прежним, но сами они оказались существенно более

трудными. Чтобы увеличить сложность данного задания, можно поставить вопрос о нахождении силы тока в проводящем контуре при заданной величине его сопротивления. Тогда учащийся должен продемонстрировать понимание того, что сила тока, характеризующая количество заряда, протёкшего через сечение проводника, за единицу времени (ЛОН№4), пропорциональна электродвижущей силе (ЛОН№5) и обратно пропорциональна сопротивлению, то есть способности проводника препятствовать упорядоченному движению заряженных частиц (ЛОН№6). Таким образом, сложность рассмотренного задания окажется вдвое выше предыдущего примера.

Для учащихся с низкими потенциальными возможностями задача на электромагнитную индукцию, конечно, гораздо труднее задачи на равномерное движение тела. Но если рассматривать индивид, обладающий единичными потенциальными возможностями, то скорость усвоения материала будет определяться только сложностью предлагаемого задания. При включении в задачу дополнительных логических операций восприятие материала на понятийном уровне потребует большего времени, и стандартная скорость усвоения информации окажется меньше. Если преподаватель попытается превзойти её, то изучаемый материал не смогут усвоить большинство учащихся. Исключение составят особо одарённые учени-

ки или те, кто раньше познакомился с данным материалом. Таким образом, **существует стандартная скорость усвоения информации учащимися, обладающими нормальными потенциальными возможностями, которая определяется сложностью изучаемого материала.**

Для каждого структурного элемента образовательной программы стандартная скорость усвоения информации принимает собственное значение, которое может быть установлено на основе анализа сложности материала. Если на изучение способов расчёта пройденного пути на первой ступени изучения физики выделяется один академический час, а на повторение этого материала на второй ступени — двадцать минут, то на решение комбинированных задач по электромагнитной индукции с использованием закона Ома следует выделить не меньше одного урока. Суммируя необходимое учебное время по каждому структурному элементу изучаемого курса, можно установить необходимую учебную нагрузку по данному предмету. Если в сетке часов окажется недостаточно времени для усвоения программы на понятийном уровне, необходимо сократить обязательный минимум содержания образования. Требования образовательного стандарта должны быть выверены с учётом стандартной скорости усвоения информации и на изучение каждой дисциплины выделено достаточное количество учебного времени.

Анализируя следствия принципа инвариантности, мы приходим к важным выводам, касающимся организации учебного процесса. Это вполне закономерно, так как теоретические основы образовательной квалиметрии должны стать основой внедрения образовательных стандартов в практику работы учебных заведений различного профиля. Независимость образовательного процесса от диагностических процедур предполагает возможность проведения объективного мониторинга процесса обучения на любом его этапе и постановку результатов тестирования в соответствие требованиям стандарта, что гарантирует решение основной задачи образовательной квалиметрии.

Однако следует понимать, что на данном этапе исследования мы не смогли полностью доказать инвариантность образовательного процесса, которая предполагает не только качественное разделение элементов реальности и субъективных способов её описания, но и возможность введения количественных характеристик процесса обучения, сохраняющих своё численное значение и форму записи при изменении системы отсчёта. Подобные величины могут использоваться при квалиметрическом анализе факторов, влияющих на процесс обучения. Но при этом должны быть оговорены используемые при составлении математической модели идеализации.

## Теория

### Следствия принципа инвариантности