

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ) /  
THEORY AND METHODS OF TEACHING AND UPBRINGING (BY AREAS AND LEVELS OF EDUCATION)**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.86>

**ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ПОВЫШАЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА В  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Научная статья

**Харитонов И.Ю.<sup>1,\*</sup>, Лобаев А.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Нижегородский государственный технический университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (p.matem[at]rambler.ru)

**Аннотация**

В работе обсуждаются формы проведения занятий и методики, используемые в образовательном процессе. Представлены инструменты, имеющиеся у образовательных учреждений и влияющие на качество усвоения материала студентами. Выделяются и обсуждаются факторы, влияющие на эффективность образовательного процесса. Представляется используемая институтом балльно-рейтинговая система и другие инструменты, позволяющие формализовать и количественно оценить выделенные факторы. Представлена возможность использования общей концепции модели QAIT, применяемой для оценки эффективности образования. Предлагается математическая модель оценки эффективности усвоения материала для дальнейшего ее анализа и получения рекомендаций по улучшению процесса передачи знаний.

**Ключевые слова:** балльно-рейтинговая система, система Moodle, элементы QAIT, математическое моделирование, машинное обучение.

**AN EVALUATION OF FACTORS THAT ENHANCE THE EFFICIENCY OF MATERIAL LEARNING IN THE  
EDUCATIONAL PROCESS**

Research article

**Kharitonova I.Y.<sup>1,\*</sup>, Lobaev A.N.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

\* Corresponding author (p.matem[at]rambler.ru)

**Abstract**

The work discusses the forms of teaching and the methods used in the educational process. The tools available to educational institutions that influence the quality of students' learning are presented. The factors influencing the efficiency of the educational process are highlighted and considered. The point rating system used by the institution and other tools allowing to formalize and quantify the identified factors are presented. The possibility of using the general concept of QAIT model used to evaluate the effectiveness of education is presented. A mathematical model for assessing learning effectiveness is proposed for further analysis and recommendations for improving the process of knowledge transfer.

**Keywords:** point rating system, Moodle system, elements of QAIT, mathematical modelling, machine learning.

**Введение**

Образование всегда было важнейшим требованием для экономического развития, а по мере того, как мировая экономика меняется, образование становится все более важным. Значение природных ресурсов, местоположения и других факторов снижается, поскольку способность населения страны выполнять сложную работу становится ключевым фактором, определяющим национальное богатство.

Пандемия заставила повсеместно вводить дистанционную форму занятий, используя весь арсенал имеющихся электронных средств, информационных технологий и программных комплексов. К сожалению, практика двух лет пандемии показала неэффективность полного перехода в дистанционный формат. Любые, даже самые совершенные автоматизированные технические средства в педагогическом процессе обучения могут быть только вспомогательными инструментами, которыми пользуется преподаватель.

Преподаватель должен разрабатывать дополнительные элементы урока: уделять внимание способам адаптации обучения к уровню знаний студентов, мотивации их к обучению, управлению их поведением, группированию, тестированию и оценке знаний.

**Методы и принципы исследования**

Функции планирования и контроля образовательного процесса обычно осуществляются на двух уровнях. На уровне администрации образовательного учреждения могут устанавливаться правила, касающиеся проектирования учебных планов и образовательных программ, использования систем дистанционного обучения внедрения балльно-рейтинговой системы выставления оценок.

На уровне каждой группы преподаватели контролируют распределение учащихся в аудитории, методы управления студентами, частоту и форму аттестационных работ и тестов, а также дополнительные неформальные стимулы. Хорошим инструментом такой работы являются система Moodle и балльно-рейтинговая система (БРС), внедренная в институте. Методические материалы, задания контрольных и расчетно-графических работ, тесты и так далее могут быть выложены в системе Moodle и использоваться студентами в любое удобное для них время. С другой стороны,

администрация может легко оценить работу каждого студента и каждого преподавателя по его присутствию в этой системе.

Под рейтингом БРС понимается численно выраженная индивидуальная оценка, интегрально характеризующая учебную деятельность студента по дисциплине в ходе ее освоения. Организация учебного процесса на основе рейтинговой системы направлена на активизацию учебной деятельности, позволяет осуществлять регулярный текущий контроль и самоконтроль за успеваемостью студентов.

БРС дает возможность преподавателям:

- детально планировать учебный процесс по дисциплине и стимулировать работу студентов;
- своевременно вносить коррективы в организацию и содержание учебной работы;
- объективно определять итоговую оценку студента по дисциплине.

Преподаватель самостоятельно выбирает критерии оценки освоения студентом программы дисциплины, которые учитывают участие студента во всех видах занятий, выполнение курсовых работ и заданий для самостоятельной работы. Кроме того, преподаватель может использовать систему штрафов и поощрений.

Представленные инструменты (проектирование учебных планов с помощью программного комплекса GosInsp, система Moodle, БРС) фактически могут использоваться в данном исследовании для количественной оценки параметров модели эффективного обучения QAIT (Качество + уместность + поощрение + время). Модель QAIT была впервые предложена Робертом Э. Славиным в 1994 году [9] и эффективно развивается и используется до настоящего времени для оценки эффективности образования [5], [7], [10].

Выбор именно этой концепции для дальнейшего моделирования и оценки объясняется ее ориентацией на изменяемые преподавателем элементы.

Общая концепция модели QAIT подразумевает:

1. *Качество представления материала*: степень, в которой информация или навыки представлены так, чтобы студенты могли легко их освоить.
2. *Соответствующие этапы обучения*: степень, в которой преподаватель убеждается в том, что студенты готовы к изучению новой темы.
3. *Стимул*: степень, в которой преподаватель обеспечивает мотивацию студентов к работе над учебными заданиями.
4. *Время*: степень, в которой студентам дается достаточно времени для изучения преподаваемого материала.

Одной из задач данного исследования является выявление значимости каждого из компонентов, влияющих на эффективность образовательного процесса. Решение этой задачи возможно с использованием методов машинного обучения. Для начала необходимо построить модель обучения, введя в нее необходимые признаки. Сначала рассмотрим все возможные составляющие перечисленных четырех компонент системы QAIT для введения их количественной оценки и будем рассматривать их в качестве признаков. Выявление значимости каждого из этих признаков возможно будет выполнить используя алгоритмы машинного обучения. Это позволит дать рекомендации преподавателям для увеличения эффективности образовательного процесса.

### Основные результаты

Из ранее проведенного анализа можно заключить, что для построения модели степени усвоения материала по каждой из дисциплин достаточно оценивать 11 признаков, которые составляют элементы QAIT:

- $x_1$  — мотивационные возможности преподавателя;
- $x_2$  — качество оборудования и учебных материалов;
- $x_3$  — организованность и упорядоченность подачи материала;
- $x_4$  — обусловленность частоты и уровней оценки знаний учащихся;
- $x_5$  — возможности по группировке студентов по их способностям;
- $x_6$  — качество организации самостоятельной работы студента;
- $x_7$  — побуждение внутреннего интереса к темам дисциплины;
- $x_8$  — внешнее побуждение интереса к темам дисциплины;
- $x_9$  — создание условий сотрудничества и соперничества;
- $x_{10}$  — качество разработки учебного плана;
- $x_{11}$  — эффективное распределение трудоемкости заданий текущей аттестации;

Можно предложить к рассмотрению простейшую линейную модель регрессии, где каждый признак линейно влияет на целевую переменную:

$$F(x) = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5 + w_6 x_6 + w_7 x_7 + w_8 x_8 + w_9 x_9 + w_{10} x_{10} + w_{11} x_{11}$$

Естественно, что количественные показатели каждого из признаков должны быть предварительно нормированы, что может быть учтено при начальном выборе их коэффициентов значимости  $w_i$ .

Линейные модели имеют ряд преимуществ: их достаточно быстро и легко «обучить», у них мало параметров, благодаря чему удаётся контролировать риск переобучения и использовать их для работы с зашумлёнными данными и с небольшими выборками, что важно для начала работы по оценке эффективности образовательного процесса.

На самом деле взаимосвязь между улучшениями в каждом из четырех изменяемых элементов и их влиянием на успеваемость учащихся содержит черты мультипликативности. Если какой-либо из элементов равен нулю, обучение будет равно нулю. Точно так же существенное увеличение любого одного элемента модели QAIT без воздействия на все остальные, вероятно, будет менее эффективным, чем более умеренные общие улучшения.

Но использование нелинейной модели сопряжено с рядом трудностей, которые наверняка возникнут при первом опыте работы с такими данными, которые впервые предлагаются к рассмотрению.

Поэтому анализируемые данные потребуют специальной подготовки, чтобы линейная модель оказалась адекватной поставленной задаче [8].

## Обсуждение

Рассмотрим каждый из факторов более детально, стараясь выявить все его составляющие для возможной их количественной оценки.

*Качество представления материала преподавателем:* преподаватель должен осознавать, что всей своей деятельностью на занятии он непосредственно влияет на поведение студентов, облегчает обучение. Доступность и простота в общении помогают разрушить коммуникативные барьеры между педагогом и учениками. Эффективная образовательная среда — это среда, в которой и студенты, и преподаватель учатся друг у друга и вместе успешно достигают академических целей.

Измерение эффективности преподавателя — чрезвычайно сложная задача. Можно предложить оценивать влияние работы преподавателя на степень усвоения материала студентами по трем основным критериям:

- результаты тестов или успеваемость (можно оценить системой Moodle);
- соблюдение педагогических практик;
- опросы (студенты и сотрудники могут опрашиваться деканатом).

Необходимо отметить важность оснащения аудиторий качественным оборудованием, благодаря чему представляемая информация имеет смысл для студентов, интересна им, легко запоминается и применяется.

Таким образом, *составляющими признаками первого фактора* (качество обучения) можно считать:

- мотивационные возможности преподавателя (для их количественной оценки можно использовать долю студентов, выбравших в качестве направленности темы ВКР направленности курса, читаемого преподавателем);
- качество оборудования и учебных материалов сопровождающих рассматриваемый курс (для оценки можно использовать количество методических материалов (презентации, видеоуроки и т.д.), выложенных в Moodle) [1];
- организованность и упорядоченность подачи материала, четкость определения целей освоения каждой темы курса (доля хороших и отличных оценок в процессе промежуточной аттестации по дисциплине);
- обусловленность частоты и уровней оценки знаний учащихся (мнения студентов о системе критериев БРС по рассматриваемой дисциплине, представленные ими во время опросов) [6].

*Уровни и этапы обучения:* самой сложной проблемой организации образовательного процесса является приспособление обучения к потребностям студентов с разным уровнем предварительных знаний и разной скоростью обучения. Теоретически эффективное обучение должно обеспечивать надлежащий уровень знаний и умений, гарантируя, что студенты овладеют необходимыми навыками, прежде чем они получают обучение последующим навыкам. Эффективный преподаватель должен понимать, как адаптироваться к учебным потребностям каждого студента. Никакая утвержденная программа, какой бы эффективной она ни была, не будет работать всегда одинаково. Преподаватель должен иметь возможность адаптировать ее к уровню знаний и способностей своих студентов. Если необходимо, он может изменить свои стратегии обучения и исправить ошибки, чтобы добиться успеха в процессе обучения. В свою очередь, студенты должны иметь возможность и желание честно информировать своих преподавателей о своих учебных потребностях и трудностях. Таким образом, преподаватель может четко понимать, как развивается его учебный процесс, выявлять свои слабые и сильные стороны и определять, являются ли используемые стратегии и методы эффективными.

Возможный подход к предоставлению уровней обучения – методика, при которой материал подается не всей группе студентов, а индивидуализируется в зависимости от способностей. Но это вынуждает преподавателя назначать большое количество неконтролируемой самостоятельной работы, чтобы студенты одной группы были вовлечены в процесс обучения, пока преподаватель работает с другой группой.

Инструментом решения поставленной проблемы вполне может стать возможность самостоятельной работы с методическими материалами и тестами, выложенными преподавателем в системе Moodle.

Таким образом, *составляющими признаками второго фактора* (соответствие этапов обучения уровню усвоения материала) можно считать:

- организационные возможности преподавателя, направленные на группировку студентов по способностям к получению очередной порции информации (оценка студентами введенных критериев БРС по рассматриваемой дисциплине);
- методическое сопровождение дисциплины в плане организации самостоятельной работы студента (количество индивидуальных заданий, рассчитанных на разный уровень подготовленности студентов по каждой из тем курса).

*Стимулирование обучающихся:* студенты должны прилагать усилия, чтобы концентрировать внимание, учиться и добросовестно выполнять поставленные перед ними задачи, но они должны быть каким-то образом мотивированы для выполнения этих действий. Эта мотивация может исходить из внутренней ценности изучаемого материала или может быть создана за счет использования внешних стимулов, таких как похвала, оценки, досрочная аттестация по предмету и т. д.

Преподаватель может создать внутренний интерес к изучаемому материалу, пробуждая любопытство учащихся, например, используя неожиданные демонстрации, максимально приближая учебные задачи к реальной жизненной проблеме, создавая атмосферу активного действия.

Фактор интереса по своей природе очень тесно связан с внешним побуждением и вознаграждением. Этот фактор может быть актуализирован за счет аккуратного, хорошо продуманного планирования форм деятельности и их балльной оценкой в критериях БРС.

Мотивацию студентов возможно поднять за счет использования метода совместного обучения, сотрудничества и соперничества. Эти методы характеризуют последние тенденции, подходы к обучению и методике в сфере образования [2], [4].

Сотрудничество студентов может осуществляться в процессе совместной работы над проектом в рамках проектного обучения. Соперничество проявляется в процессе работы над курсовыми работами и их защиты.

Таким образом, *составляющими признаками третьего фактора* (стимулирование) можно считать:

- создание у студентов внутреннего интереса по темам дисциплины (оценивается количеством различных пользователей, посетивших этот курс в системе дистанционного обучения Moodle);
- внешнее побуждение (оценивается количеством разнообразных заданий, выложенных в системе Moodle по рассматриваемой дисциплине);
- сотрудничество и соперничество (оценивается количеством разнообразных тем исследовательских и творческих работ, предлагаемых студентам в качестве тем курсовых работ).

*Временные возможности освоения материала:* количество времени, доступного для обучения, во многом зависит от двух факторов: *выделенного времени* и *времени вовлечения*. Выделенное время — это время, запланированное преподавателем для конкретного занятия или темы, а затем фактически используемое для учебной деятельности. Выделенное время в основном находится под непосредственным контролем руководителя направления подготовки, учебно-методического отдела института, поскольку именно в их обязанности входит разработка учебного плана. Напротив, время вовлечения, то есть время, когда студенты фактически занимаются учебными задачами, не находится под непосредственным контролем администрации. Время вовлечения в значительной степени зависит от качества обучения, мотивации учащихся и выделенного времени, а значит находится под властью преподавателя.

Для установления наиболее быстрого темпа подачи материала, способствующего повышению качества обучения, но соответствующего готовности и скорости восприятия материала, имеет решающее значение достаточно частая оценка качества обучения студентов.

С другой стороны, необходимо иметь возможность выделения дополнительного времени, чтобы студенты полностью освоили материал, а если они этого не сделают, необходимо найти новые подходы, чтобы достучаться до них более эффективно.

Таким образом, *составляющими признаками четвертого фактора* (времени) можно считать:

- разработку учебного плана направления подготовки с обоснованным выделением зачетных единиц на каждую дисциплину (для его количественной оценки можно использовать мнения студентов-выпускников о достаточности времени, выделенного на данную дисциплину);
- эффективное распределение трудоемкости заданий, учтенное в критериях БРС (средняя оценка нескольких текущих аттестаций по дисциплине).

Обсуждение возможных видов математической модели

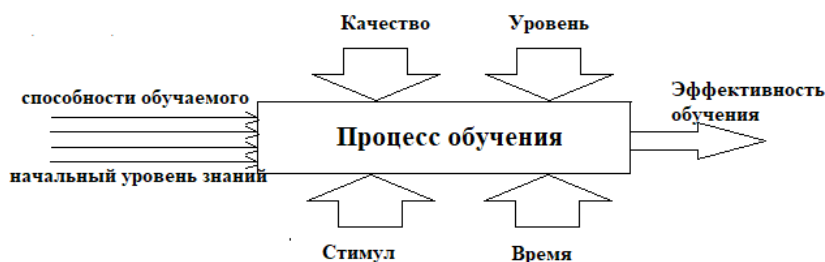


Рисунок 1 - Схема модели эффективности обучения  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.86.1>

Целевая функция [3] степени усвоения материала (эффективности обучения) по отдельной дисциплине  $F(x)$  может быть количественно измерена средним значением оценки по итогам проверки остаточных знаний, проверяемых тестированием студентов через полгода после завершения изучения курса.

На рисунке представлены два типа независимых переменных: *входные данные учащихся* и *изменяемые переменные*. Успеваемость тесно связана с уровнем интеллекта студентов, вклад учащихся не является неизменным, на него могут повлиять занятия в аудитории. Изменяемые переменные — это элементы QAIT, которые обсуждались ранее.

### Заключение

Обучение по данной модели может быть осуществлено после того, как сформируется достаточный для этого набор исходных данных (обучающей выборки) – матрица «Дисциплины – признаки». Формирование такого набора данных может быть проведено, например, учебно-методическим отделом института совместно с деканатом, то есть теми работниками, которые имеют доступ к учебным планам, системам БРС дисциплин и системе Moodle. Иллюстрация такого набора представлена на рис. 2.

	$x_1$	$x_2$	...	$x_{11}$
Дисциплина 1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{111}$
Дисциплина 2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{211}$
Дисциплина 3	$x_{31}$	$x_{32}$	...	$x_{311}$
...	...	...	...	...
Дисциплина $n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{n11}$

Рисунок 2 - Матрица «Дисциплины-признаки»

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.86.2>

Исследование построенной модели позволит выявить наиболее слабые факторы, характерные для образовательного процесса на конкретном направлении подготовки и направить усилия администрации института и конкретных преподавателей на улучшение соответствующих показателей.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Бичева И.Б. Использование системы Moodle как средства повышения эффективности образовательной деятельности / И.Б. Бичева // Современные научные исследования и инновации. — 2015. — 5. — Ч. 4. — URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/05/46485>. (дата обращения: 04.05.2023).
2. Бичева И.Б. О готовности преподавателей к инновационным преобразованиям в учебно-профессиональной деятельности. / И.Б. Бичева, А.Г. Китов // Наукovedение. — 2014. — 25. — URL: <http://naukovedenie.ru/> (дата обращения: 04.05.23).
3. Звонарев С.В. Основы математического моделирования / С.В. Звонарев. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 112 с.
4. Мусамедова К.А. О методе совместного обучения в образовательном процессе. / К.А. Мусамедова, А.А. Халиков // Universum: Психология и образование. — 2020. — 6 (72). — URL: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/9417> (дата обращения: 04.05.23).
5. Мялкина Е.В. Диагностика качества образования в вузе / Е.В. Мялкина // Вестник Мининского университета. — 2019. — Т.7. — 3. — с. 4.
6. Сазонов Б.А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса. / Б.А. Сазонов // Высшее образование в России. — 2012. — 6. — с. 28.
7. Слободская И.Н. Модель комплексного анализа эффективности образовательного процесса. / И.Н. Слободская // Образование. Наука. Научные кадры. — 2020. — 4. — с. 327 – 329.
8. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит — М.: Диалектика, 2017. — 912 с.
9. Slavin R. Quality, Appropriateness, Incentive, and Time: A Model of Instructional Effectiveness. / R. Slavin // International Journal of Educational Research. — 1994. — Volume 21, Issue 2. — p. 141–157.
10. Slavin R. Model ATI (Aptitude Treatment and Interaction) & QAIT (Quality, Appropriateness, Incentive, Time) in Mathematics Education. / R. Slavin // Proceedings of the International Seminar on Mathematics and Its Usage in Other Areas. — 2010. — 11-12.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Bicheva I.B. Ispolzovanie sistemi Moodle kak sredstva povisheniya effektivnosti obrazovatelnoi deyatel'nosti [Using the Moodle System as a Means of Improving the Effectiveness of Educational Activities] / I.B. Bicheva // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii [Modern Scientific Research and Innovation]. — 2015. — 5. — Part 4. — URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/05/46485> (accessed: 04.05.2023) [in Russian]
2. Bicheva I.B. O gotovnosti prepodavatelej k innovacionny'm preobrazovaniyam v uchebno-professional'noj deyatel'nosti [On the Readiness of Teachers for Innovative Transformations in Educational and Professional Activities]. / I.B. Bicheva, A.G. Kitov // Naukovedenie [Science Studies]. — 2014. — 25. — URL: <http://naukovedenie.ru/> (accessed: 04.05.23). [in Russian]
3. Zvonarev S.V. Osnovi matematicheskogo modelirovaniya [Fundamentals of Mathematical Modeling] / S.V. Zvonarev. — Yekaterinburg: Ural University Publishing House, 2019. — 112 p. [in Russian]
4. Musamedova K.A. O metode sovmestnogo obucheniya v obrazovatel'nom processe [On the Method of Joint Learning in the Educational Process]. / K.A. Musamedova, A.A. Khalikov // Universum: Psixologiya i obrazovanie [Universum: Psychology and Education]. — 2020. — 6 (72). — URL: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/9417> (accessed: 04.05.23). [in Russian]

5. Myalkina Ye.V. Diagnostika kachestva obrazovaniya v vuze [Diagnostics of the Quality of Education at the University] / Ye.V. Myalkina // Vestnik Mininskogo universiteta [Bulletin of Minin University]. — 2019. — Vol.7. — 3. — p. 4. [in Russian]
6. Sazonov B.A. Ball'no-rejtingovy'e sistemy' ocenivaniya znaniy i obespechenie kachestva uchebnogo processa [Point-rating Systems for Assessing Knowledge and Ensuring the Quality of the Educational Process]. / B.A. Sazonov // Vy'sshee obrazovanie v Rossii [Higher Education in Russia]. — 2012. — 6. — p. 28. [in Russian]
7. Slobodskaya I.N. Model' kompleksnogo analiza effektivnosti obrazovatel'nogo processa [Model of a Comprehensive Analysis of the Effectiveness of the Educational Process]. / I.N. Slobodskaya // Obrazovanie. Nauka. Nauchny'e kadry' [Education. Science. Scientific Personnel]. — 2020. — 4. — p. 327 – 329. [in Russian]
8. Drejper N. Prikladnoj regressionny'j analiz [Applied Regression Analysis] / N. Drejper, G. Smit — M.: Dialektika, 2017. — 912 p. [in Russian]
9. Slavin R. Quality, Appropriateness, Incentive, and Time: A Model of Instructional Effectiveness. / R. Slavin // International Journal of Educational Research. — 1994. — Volume 21, Issue 2. — p. 141–157.
10. Slavin R. Model ATI (Aptitude Treatment and Interaction) & QAIT (Quality, Appropriateness, Incentive, Time) in Mathematics Education. / R. Slavin // Proceedings of the International Seminar on Mathematics and Its Usage in Other Areas. — 2010. — 11-12.