

-
9. Чжао Сяошэн. Принципы игры на фортепиано. Шанхай: Шанхай Иньюэ, 2007. 436 с.
 10. Чжоу Вэймин. Исследование фортепианного искусства. Пекин: Жэньминь, 2011. 392 с.

REFERENCES

1. Alekseev A. Metodika obucheniya igre na fortepiano. M.: Muzyka, 1978. 288 s.
2. Van Yujheh. Kratkaya istoriya sovremennoj kitajskoj muzyki: 1949–1986. Pekin: Vehn'hua, 1991. 277 s.
3. Van Chankuj. Kitajskaya fortepiannaya kul'tura. Pekin: Guanminzhibao, 2010. 270 s.
4. Vu Syaona, Van Tyan'. Fortepiannayaya kul'tura Kitaya. Uhan': Izd-vo Uhan'skogo universiteta, 2013. 272 s.
5. Savshinskij S. I. Rabota pianista nad muzykal'nym proizvedeniem. M.; L.: Muzyka, 1964. 187 s.
6. Sun' Czinan', Chzhou Chzhucuan'. Kratkaya istoriya muzyki v Kitae. Shan'dun: Shan'dun czyaoyuj, 1993. 616 s.
7. Han' Li. Fortepiannoe iskusstvo v Kitae. Pekin: Minczu, 2011. 263 s.
8. Huan Dagan. Iskusstvo prepodavaniya fortepiannoj igry Chzhou Guanzhehnya. Pekin: Izd-vo central'noj konservatorii, 2007. 652 s.
9. Chzhao Syaoshehn. Principy igry na fortepiano. Shanhaj: Shanhaj In'yueh, 2007. 436 s.
10. Chzhou Vehjmin. Issledovanie fortepiannogo iskusstva. Pekin: Zhehn'min', 2011. 392 с.

К. П. Фёдоров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ (АЛГОРИТМА) ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ

Статья посвящена анализу алгоритма расчета значения оценки эффективности методики обучения информатике, предлагаемого автором. Данный алгоритм имеет строгое математическое обоснование и может быть использован для усовершенствования традиционных систем оценивания эффективности методики обучения информатике.

Ключевые слова: критерии и системы оценивания эффективности методики обучения, сильные и слабые стороны традиционных систем оценивания, построение строгого, математически обоснованного алгоритма оценивания эффективности методики обучения информатике.

К. Fiodorov

USING OF THE MATHEMATICAL APPARATUS FOR IMPROVING THE SYSTEM (ALGORITHM) OF ESTIMATION THE EFFICIENCY OF METHODS OF INFORMATICS TRAINING

The article analyzes the algorithm for calculating the value of efficiency of methods of informatics training, proposed by the author. This algorithm has a strict mathematical basis, and can be used for the improvement of traditional systems of estimation the efficiency of methods of informatics training.

Keywords: criteria and systems of estimation the efficiency of methods of informatics training, the strengths and weaknesses of traditional systems of estimation, the construction of rigorous, mathematically-based algorithm for estimation the efficiency of methods of informatics training.

Педагогическая и научно-исследовательская деятельность автора данной статьи связана с обучением информатике

учащихся школ с углубленным изучением иностранных языков. Личный опыт и анализ научной литературы в области оцени-

вания эффективности методик обучения информатике позволил выделить следующие проблемы:

1) *зависимость результатов оценки от измерительного инструментария* учителя;

2) для оценивания эффективности обучения школьников информатике обычно используются критерии успеваемости — оценки, выражаемые числами от 2 до 5, на основании которых производится расчет оценочной (целевой) функции (например, $\frac{N_5 + 0,64N_4 + 0,36N_3 + 0,16N_2}{N}$), что не

обеспечивает строгости оценивания;

3) отсутствие в имеющихся системах оценивания *строгих методов математического расчета* числового значения эффективности методики обучения информатике;

4) отсутствие строгого, математически обоснованного *алгоритма оценивания* эффективности методики обучения информатике;

5) *отсутствие учета факторов динамики* показателей качества учебного процесса.

Чтобы решить данные проблемы, необходимо построить на основе имеющихся систем более совершенную систему оценивания эффективности методики обучения информатике, использующую строгий математически обоснованный алгоритм и основанную на использовании оценочной функции, которая позволит рассчитывать эффективность методики обучения информатике на основе учета значения критериев качества обучения, динамики показателей качества и веса каждого критерия.

Эффективность обучения является педагогической категорией, методологический анализ которой одним из первых выполнил В. М. Блинов [7]. Он определяет педагогическую категорию «Эффективность обучения» как «социально значимое качество обучения, посредством которого оцениваются результаты выполняемой деятельности учащихся по степени их приближения

к общественной цели, соответствующей обобщенному представлению об обученности личности» и полагает, что для выявления степени эффективности методики обучения требуется, прежде всего, иметь наличное знание об идеализированных результатах обучения и, кроме того, регулярно получать объективные «срезы» результатов текущей деятельности обучаемых. Критерий эффективности В. М. Блинова выражается через отношение достигаемых текущих результатов учебной деятельности (то есть параметров, рассчитываемых по известным формулам: уровня успеваемости класса; уровня знаний, умений и навыков учащихся; показателя качества обучения, степени обученности класса; коэффициента усвоения материала [16]) к предельно возможным (максимальным или оптимальным) значениям соответствующих показателей.

Проблема оценивания эффективности методики обучения информатике по системе В. М. Блинова заключается в том, что для каждого из перечисленных показателей результативности учебной деятельности неизвестны их «идеальные» значения. Можно, конечно, предположить, что максимум уровня успеваемости равен пяти баллам, уровня качества обучения — ста процентам и т. д. Однако такая идеализация не учитывает различий уровня способностей и других характеристик личности каждого конкретного ученика (среди которых не последнюю роль играют ленивость и пренебрежительное отношение к учебе, которые в особо тяжелых случаях практически не поддаются исправлению). Поэтому точное значение предела параметров результативности учебной деятельности конкретного класса, как правило, неизвестно и может быть оценено лишь приближенно. Устранить неопределенность в системе В. М. Блинова можно путем определения степени эффективности методики обучения на основании статистической обработки значений каждого критерия теку-

ших результатов учебной деятельности в абсолютном отношении, без их сравнения с неизвестным идеалом. Таким образом, будут получены числовые значения эффективности методики обучения по каждому критерию. Кроме того, систему необходимо дополнить алгоритмом расчета функциональной зависимости эффективности методики обучения от значений критериев эффективности.

И. Я. Лернер [8] считает, что «одна из важнейших задач совершенствования обучения состоит в том, чтобы все виды содержания (знания, умения, деятельность, отношения) сочетать в необходимой пропорции в должной мере» и предлагает в качестве критериев эффективности методики обучения числовые значения эффективности каждой из четырех составляющих содержания обучения, в свою очередь вычисляемые на основании значений критериев эффективности соответствующих составляющих, определяемых согласно результатам статистической обработки данных предметной обученности учащихся.

Проблема заключается в том, что в системе И. Я. Лернера отсутствуют механизмы поиска упомянутых пропорций составляющих содержания обучения, поэтому она обладает неопределенностью, устранить которую можно соответствующим выбором веса критерия эффективности каждой составляющей таким образом, чтобы сумма всех весов была равна единице. В простейшем случае можно считать все компоненты содержания обучения важными в равной степени и в данном случае принять вес каждого компонента равным одной четверти.

В. П. Беспалько [5], [6] предлагает классификацию качества усвоения знаний учащимися по пяти уровням (табл. 1).

Система В. П. Беспалько достаточно хорошо характеризует степень усвоения уровня знаний учащимися. Анализируя систему В. П. Беспалько, можно дать следующую трактовку эффективности методики обучения школьников информатике через систему дифференциации уровней качества усвоения знаний.

Таблица 1

Уровни качества усвоения знаний по В. П. Беспалько

<i>Номер уровня</i>	<i>Название уровня</i>	<i>Характеристика уровня</i>
I	Понимание	Отсутствие у обучающегося опыта (знаний) в конкретном виде деятельности. Вместе с тем понимание свидетельствует о его способности к восприятию новой информации, то есть о наличии обучаемости
II	Узнавание	Обучающийся выполняет каждую операцию деятельности, опираясь на описание действия, подсказку, намек (репродуктивное действие)
III	Воспроизведение	Обучающийся самостоятельно воспроизводит и применяет информацию в ранее рассмотренных типовых ситуациях, при этом его деятельность является репродуктивной
IV	Применение	Способность обучающегося использовать приобретенные знания и умения в нетиповых ситуациях; в этом случае его действие рассматривается как продуктивное
V	Творчество	Обучающийся, действуя в известной ему сфере деятельности, в непредвиденных ситуациях создает новые правила, алгоритмы действий, то есть новую информацию; такие продуктивные действия считаются настоящим творчеством

Эффективность методики обучения школьников информатике, с точки зрения В. П. Беспалько, можно трактовать уровнями качества усвоения знаний:

1) На первом уровне учитель должен добиться понимания учащимися изучаемого материала.

2) На втором уровне учащиеся под руководством учителя пошагово выполняют ряд заданий, закрепляющих изученную теорию.

3) На третьем уровне учащиеся самостоятельно действуют в аналогичной ситуации согласно инструкции, данной учителем или представленной в учебном пособии.

4) На четвертом уровне учащиеся воспроизводят отработанные алгоритмы при самостоятельном решении стандартных задач.

5) На пятом уровне учащиеся проявляют способность применять изученный материал для решения нестандартных задач, анализировать условия задач, выбирать методы решения задач из нескольких возможных альтернатив, оценивать полученный результат.

В условиях информационного общества и стремительно развивающихся знаний и увеличения объема информации в системе Беспалько можно выделить шестой уровень, на котором учащиеся занимаются творчеством: при решении задач повышенного уровня сложности, в том числе олимпиадных задач, в непредвиденных ситуациях учащиеся самостоятельно создают новые методы, правила и алгоритмы действий и, в конечном итоге, новую информацию.

Следует обратить внимание на то, что на первых трех уровнях системы Беспалько обучение учащихся осуществляется с применением традиционных, или алгоритмических, методов обучения, на четвертом уровне уже проявляются элементы эвристического обучения, а на пятом и шестом уровнях учитель применяет почти исклю-

чительно эвристические методы [11], формы [12], технологии [13] и программные средства обучения [14]. Таким образом, можно сделать вывод, что в системе В. П. Беспалько эффективность методики обучения тем выше, чем интенсивнее учитель использует концепцию эвристического обучения.

Чтобы вычислить количественные характеристики эффективности обучения по системе В. П. Беспалько при достижении учащимися очередного уровня усвоения знаний, учитель должен организовать проверочную работу (практическую, самостоятельную, контрольную, тестовую и т. п.), содержащую задания соответствующего уровня и определить значения ряда критериев эффективности согласно результатам ее выполнения.

1) Коэффициент усвоения знаний на определенном уровне: $K = \frac{a}{n}$, где a —

количество правильно выполненных заданий работы; n — количество всех заданий. Соответствующий уровень усвоения знаний считается достигнутым, если $K \geq 0,7$. Значения критерия могут быть использованы для дифференциации оценок, выставляемых за работу. Поскольку данный критерий является показателем качества усвоения знаний учащимися согласно результату, но не характеризует сам процесс усвоения знаний, В. П. Беспалько вводит ряд теоретических критериев процесса усвоения знаний, который он отождествляет с процессом обучения. К числу таких критериев относятся критерии 2–4.

2) Количество формальной информации N , подлежащей обработке и усвоению на данном уровне. Оно может трактоваться по-разному, например, как количество элементарных частей темы, которой посвящена проверочная работа; количество научных понятий, изучаемых в данной теме; количество задач проверочной работы и т. д.

3) Время T , затраченное на процесс достижения каждым учащимся соответствующего уровня усвоения знаний при изучении данной темы (как правило, исчисляется в академических часах).

4) Фактическое время t выполнения данной проверочной работы каждым учащимся (в академических или астрономических часах).

Недостатком системы В. П. Беспалько является то, что критерии, используемые в ней, относятся к разным категориям (время, объем информации, усвоение знаний), и, следовательно, она не дает в явном виде числового значения степени эффективности методики обучения и не имеет строгого алгоритма расчета упомянутого значения.

Усовершенствовать систему В. П. Беспалько можно путем статистической обработки значений критериев, рассмотренных выше. С этой целью необходимо вычислить средние значения величин K , N , T , t ; средние квадратические отклонения трех последних величин (δ_N , δ_T , δ_t); максимум и минимум каждой величины. В итоге значение каждого критерия эффективности методики обучения будет выражено в двух формах: интервальной $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$ и среднестатистической $x_{cp} \pm \delta_x$. Кроме того, систему В. П. Беспалько, как и системы В. М. Блинова и И. Я. Лернера, следует дополнить алгоритмом расчета числового выражения эффективности методики обучения.

В системах ряда исследователей (Г. И. Батуриной и Т. Ф. Кузиной [4]; В. П. Мизинцева [9], М. Н. Скаткина [10]) оценивание эффективности методики обучения выполняется через оценку результатов достижения конкретных целей и актов учебного процесса. Наиболее совершенной системой, использующей данный подход к оцениванию эффективности методики обучения, является система С. И. Архангельского [3], который подчеркивает, что эффективность методики обучения характеризует

состояние всех сторон системы учебного процесса и включает в себя результативность обучения, то есть численное выражение определенных результатов отдельных этапов и актов процесса обучения. Оценка эффективности методики обучения в системе С. И. Архангельского вычисляется на основании числовых значений следующих критериев, разделенных на шесть групп:

1) затраты времени и труда для решения определенных задач обучения;

2) объем и качество приобретенных учащимися знаний, умений и навыков;

3) возможности методов, форм, технологий и средств обучения, используемых в методике обучения;

4) приспособляемость методики обучения к изменяющимся условиям;

5) соответствие работы педагога целям и задачам обучения;

6) качество регулирования и управления учебным процессом.

Затраты времени и труда в системе С. И. Архангельского вычисляются по тем же правилам, что и в системе В. П. Беспалько, качество знаний, умений и навыков — аналогично системе В. М. Блинова. Возможности методов, форм, технологий и средств обучения оцениваются с точки зрения возможностей повышения качества ЗУН и снижения затрат времени и труда, необходимых для решения задач обучения. Приспособляемость, или, иными словами, адаптация методики обучения к изменяющимся условиям, характеризуется несколькими видами, главным из которых является адаптация целей и задач обучения — возможность выбора конкретных целей и задач обучения из множества целей и задач, определенных образовательным стандартом [2]. Данный вид адаптации методики обучения определяет степень соответствия работы педагога целям и задачам обучения [1].

Критерии эффективности методики обучения, используемые в системе С. И. Ар-

хангельского, характеризуют как методику обучения в целом, так и отдельные ее компоненты. Поскольку процесс обучения является взаимосвязанной деятельностью преподавателя и обучаемых, то, сверх перечисленных критериев, необходимо оценивать и качество дидактических средств, используемых педагогом, среди которых следует выделить эвристические информационные обучающие системы, активно используемые на уроках информатики в школах лингвистического профиля [14], [15]. позволяющие, кроме всего прочего, подключать к базе данных специальный программный блок, предназначенный для оценивания эффективности методики обучения информатике. При оценке эффективности средств дидактики по системе С. И. Архангельского следует оценивать не эффективность одного или нескольких конкретных дидактических средств, но эффективность всей дидактической системы преподавателя.

Система С. И. Архангельского обладает наибольшей полнотой и может быть взята за основу процесса оценивания эффективности методики обучения информатике. В данной системе учитываются многие факторы, характеризующие разнообразные аспекты эффективности методики обучения. Но при оценивании эффективности методики обучения информатике по системе С. И. Архангельского необходимо разрешить ряд проблем.

Во-первых, для части критериев системы *не разработаны строгие методы их числового расчета* (в первую очередь это касается числовой оценки возможностей методов, форм, технологий и средств обучения, степени приспособляемости методики обучения к изменяющимся условиям, уровня соответствия работы педагога целям и задачам обучения).

Во-вторых, как и в других системах оценивания эффективности, в системе

С. И. Архангельского *отсутствует строгий алгоритм числового расчета эффективности методики обучения по сумме всех критериев.*

В-третьих, критерии системы С. И. Архангельского позволяют оценить текущее состояние эффективности учебного процесса (с которой тесно связана эффективность методики обучения), но *не учитывают динамики показателей эффективности*, то есть изменений (улучшения, ухудшения, стабильного состояния) эффективности методики обучения, происходящих с течением времени. Таким образом, для системы С. И. Архангельского необходимо:

1) разработать *алгоритм расчета числовых значений критериев*, указанных выше;

2) разработать *алгоритм расчета значений факторов динамики* показателей эффективности методики обучения;

3) разработать *алгоритм расчета числовых значений, характеризующих эффективность методики обучения по каждой группе критериев и суммарное значение эффективности методики обучения.*

Кроме того, для упрощения расчетов следует *объединить критерии в меньшее количество групп.*

В статье предлагается усовершенствовать систему С. И. Архангельского путем объединения критериев оценки эффективности методики обучения информатике в три группы (1–2: критерии качества обучения; 3–4: критерии эффективности способов деятельности участников учебного процесса; 5–6: критерии степени эстетического восприятия информации и её воздействия на учащихся) и дополнить систему четвертой группой (критерии учёта факторов динамики показателей эффективности методики обучения). Оценивание эффективности методики обучения информатике предполагает реализацию следующего алгоритма.

1-е действие: числовое значение эффективности методики обучения информатике вычисляется на основе значений ряда критериев, объединенных в четыре группы: 1) критерии качества обучения; 2) критерии эффективности способов деятельности участников учебного процесса; 3) критерии степени эстетического восприятия информации и её воздействия на учащихся; 4) критерии учёта факторов динамики эффективности методики обучения.

2-е действие: формулы для расчета значений критериев должны быть построены на базе оценочной функции Э. Цермело [17], имеющей вид суммы произведений значений каждого фактора, оказывающего влияние на величину данного критерия, на вес фактора, отражающий степень его значимости.

3-е действие: функция Цермело используется для расчета эффективности методики обучения информатике по каждой группе критериев, а также для вычисления суммарной степени эффективности методики обучения.

Группы критериев эффективности методики обучения информатике, предлагаемых к использованию в усовершенствованной системе оценивания, суть следующие.

Группа 1. Критерии качества обучения (первые четыре критерия основаны на материале пособия [16], пятый — нестандартный критерий, предлагаемый к использованию в усовершенствованной системе оценивания эффективности методики обучения информатике):

1) уровень успеваемости учащихся:

$$k_{11} = \frac{x+y+z}{n}$$
, где x, y, z — количество учащихся данного класса, получивших за некоторое задание оценку «5», «4», «3» соответственно, n — общее количество учащихся класса.

2) коэффициент качества обучения:

$$k_{12} = \frac{x+y}{x+y+z}$$
 (обозначения те же, что и в

предыдущем случае);

3) степень обученности класса:

$$k_{13} = \frac{N_5 + 0,64N_4 + 0,36N_3 + 0,16N_2}{N}$$
, где

N — общее количество учащихся класса, N_k — количество учащихся, получивших оценку k ;

4) коэффициент усвоения учебного материала классом — среднее арифметическое коэффициентов усвоения материала каждым учащимся, которое вычисляется по

формуле: $l_k = \frac{m_k}{n}$; $k_{14} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N l_k$, где m_k —

количество заданий, успешно выполненных данным учащимся, n — общее количество заданий теста, контрольной либо практической работы, N — количество учащихся класса. При этом, если, например, ученик выполнил трехбалльное задание на два балла, то при расчетах по приведенной выше формуле считается, что он выполнил $\frac{2}{3}$ (или 0,67, или 67%) данного задания;

5) коэффициент успешности класса (нестандартный критерий, предлагаемый к использованию в усовершенствованной

системе оценивания): $k_{15} = z = \sum_{k=1}^n N_k P_k$, где

n — количество заданий теста или контрольной/практической работы, N_k — количество учащихся, справившихся с заданием № k , P_k — вес (коэффициент сложности) задания № k .

Функция z , представляющая собой сумму произведений значений ряда величин на вес каждой величины, в математике известна как *оценочная функция*. Она была введена немецким математиком Эрнстом Цермело (1871–1953) в 1912 г. и

используется, в частности, для оценки качества решений задач оптимизации при реализации метода эвристического поиска [17]. Функция Цермело позволяет вычислить не только значение коэффициента успешности класса, но и суммарное значение эффективности методики обучения информатике по первой группе критериев:

$$E_1 = \sum_{i=1}^5 k_{1i} P_{1i}, \text{ где } P_{1i} \text{ — вес критерия } k_{1i}.$$

Поскольку, в силу теоремы Цермело [17], точность расчета значений оценочной функции зависит не столько от правильного выбора весов критериев, сколько от самого факта учета всех критериев, оказывающих влияние на результат, с высокой степенью точности можно использовать наиболее простую модель оценивания эффективности методики обучения, в которой все критерии имеют равные веса (то есть считаются в равной мере важными). Без ограничения общности можно считать вес каждого критерия равным единице (тогда оценочная функция преобразуется в простую сумму значений критериев) или (что, по-видимому, более целесообразно), $\frac{1}{N}$ (в

данном случае — $\frac{1}{5}$), где N — количество критериев данной группы (в этом случае суммарный вес всех критериев будет равным единице, а оценочная функция — среднему арифметическому значений критериев).

Попутно следует отметить, что алгоритм расчета каждого из пяти критериев первой группы, а также критериев других групп, которые будут рассмотрены ниже, также в явном либо в неявном виде использует оценочную функцию Цермело. В частности, веса оценок, используемые при вычислении уровня успеваемости, суть $P_5 = P_4 = P_3 = \frac{1}{n}$, а при вычислении степени обученности класса используются веса $P_5 = 1, P_4 = 0,64, P_3 = 0,36, P_2 = 0,16$.

Группа 2. Критерии эффективности способов деятельности участников учебного процесса:

1) рациональность использования учебного времени (k_{21}): $k_{21} = \sum_{k=1}^n t_k P_k$, где n — количество новых понятий темы, t_k — время (в академических или астрономических часах), затраченное на изучение понятия № k , P_k — вес (доля времени, использованного по назначению) при изучении понятия № k ;

2) эффективность алгоритма смены видов деятельности, порядка их следования и выбора темпа представления информации (k_{22}): $k_{22} = \sum_{k=1}^n O_k P_k$, где n — количество операций алгоритма учебного процесса, O_k — время (в академических или астрономических часах), затраченное на выполнение операции № k , P_k — вес (доля времени, использованного по назначению) при выполнении операции № k ;

3) эффективность выбора уровня сложности определенных задач обучения (k_{23}): $k_{23} = \sum_{k=1}^n L_k P_k$, где n — количество уровней сложности исследуемой категории задач, L_k — количество исследуемых задач уровня № k , P_k — вес (доля учащихся, справившихся с каждой конкретной задачей уровня № k);

4) степень целесообразности и эффективности используемых ТСО (k_{24}):

$$k_{24} = \sum_{k=1}^n t_k P_k, \text{ где } n \text{ — количество используемых ТСО, } t_k \text{ — время (в академических или астрономических часах), в течение которого используется средство № } k, P_k \text{ — вес (доля времени, использованного по назначению) в процессе применения средства № } k;$$

где n — количество используемых ТСО, t_k — время (в академических или астрономических часах), в течение которого используется средство № k , P_k — вес (доля времени, использованного по назначению) в процессе применения средства № k ;

5) степень целесообразности и эффективности используемых ТСО (k_{25}):

$$k_{25} = \sum_{k=1}^n t_k P_k, \text{ где } n \text{ — количество используемых ТСО, } t_k \text{ — время (в академических или астрономических часах), в течение которого используется средство № } k, P_k \text{ — вес (доля времени, использованного по назначению) в процессе применения средства № } k;$$

6) степень целесообразности и эффективности используемых ТСО (k_{26}):

5) эффективность и рациональность выбора видов контроля и уровня требований к оценке ЗУНов учащихся (k_{25}):

$k_{25} = \sum_{k=1}^n N_k P_k$, где n — количество видов контроля или уровней требований к оценке ЗУНов, N_k — количество контрольных или иных работ вида или уровня № k , P_k — вес (доля учащихся, прошедших контроль на уровне № k);

б) высота уровня обратной связи с учащимися (k_{26}): $k_{26} = \sum_{k=1}^n N_k P_k$, где n — количество уровней обратной связи, классифицированных согласно некоторым правилам, N_k — количество учащихся данного класса, проявляющих обратную связь с преподавателем на уровне № k , P_k — вес (критерий эффективности) уровня № k .

Алгоритм расчета критериев эффективности методики обучения, включенных во вторую группу, вновь реализован через оценочную функцию Цермело. Эта же функция используется и для расчета итогового значения эффективности способов деятельности участников учебного процесса. Если общее количество показателей по данной группе критериев принять за единицу, то на каждый из них (вследствие равноценной важности каждого), приходится в среднем $\frac{1}{6}$ (0,1667 или 16,67%). Тогда, вновь используя наиболее простую модель оценивания эффективности методики обучения информатике, в которой все критерии имеют равные веса, для вычисления суммарного значения эффективности методики обучения по данной группе критериев получаем:

$$E_2 = \frac{1}{6}(k_{21} + k_{22} + k_{23} + k_{24} + k_{25} + k_{26}).$$

Группа 3. Критерии степени эстетического восприятия информации и её воздействия на учащихся:

1) логичность, новизна, научность и понятность информации, связанной со структурой конкретного знания (k_{31}) — семантическая составляющая процесса познания:

$k_{31} = \sum_{k=1}^n N_k P_k$, где n — количество новых понятий темы, N_k — количество учащихся, ответивших на вопрос № k , P_k — вес (коэффициент сложности) вопроса № k ;

2) эстетическая оригинальность, вызывающая определенные духовные состояния человека, связанные с восприятием красоты мира, что существенно влияет на духовное развитие личности — эстетическая составляющая процесса познания (k_{32}):

$$k_{32} = \sum_{k=1}^n N_k P_k, \text{ где } n \text{ — общее количество}$$

учащихся, N_k — количество учащихся, в сферу познавательных интересов которых попал вопрос № k , P_k — вес (коэффициент сложности) вопроса № k .

Алгоритм расчета обоих критериев степени эстетического восприятия информации вновь использует оценочную функцию Цермело. Для вычисления суммарного значения эффективности методики обучения по третьей группе критериев, считая их в равной степени значимыми, получаем:

$$E_3 = \frac{1}{2}(k_{31} + k_{32})$$

Группа 4. Критерии учёта факторов динамики учебного процесса:

1) наличие условий, стимулирующих максимальную отдачу человека в творческой сфере (или: наличие системы действенного семантического и эстетического воспитания как одной из первоочередных задач современного общества) (k_{41}):

$$k_{41} = \sum_{k=1}^n N_k X_k, \text{ где } n \text{ — общее количество}$$

учащихся, N_k — количество учащихся с максимальной творческой реализацией своей личности в сфере № k , X_k — вес (ко-

ээффициент сложности создания условий) сферы № k .

2) эффективность организации своей деятельности во времени в соответствии с заданными целями, задачами и сферой познавательных интересов (k_{42}):

$k_{42} = \sum_{k=1}^n N_k Y_k$, где n — общее количество

учащихся, N_k — количество учащихся с максимально эффективной личностной организацией в сфере № k , Y_k — вес (коэффициент сложности организации деятельности) сферы № k .

Для вычисления суммарного значения эффективности методики обучения по четвертой группе критериев получаем:

$$E_4 = \frac{1}{2}(k_{41} + k_{42}).$$

Алгоритм расчета итогового значения эффективности методики обучения инфор-

матике по сумме четырех групп критериев реализуется через оценочную функцию Цермело, в которую входят значения эффективности методики обучения информатике по каждой группе с равными весами:

$$E = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 E_k.$$

Достаточно простые математические действия, которые необходимо выполнить при реализации алгоритма расчета значений критериев эффективности, допускают использование ЭВМ для системного анализа эффективности методики обучения информатике. Результат покажет уровень овладения конкретными компонентами процесса познания всеми участниками учебного процесса и в соответствии с этим позволит составить программу коррекции профессиональной деятельности преподавателя и формирования ключевых компетентностей учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамян Г. В.* Опережающее образование педагога и проблемы его информатизации // *Человек и образование.* 2005. № 2. С. 16–19.
2. *Абрамян Г. В.* Таксономия, классификация и методология анализа целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях глобализации образования // *Фундаментальные исследования.* 2014. № 8–7. С. 1647–1652.
3. *Архангельский С. И.* Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы: Учебно-методическое пособие. М.: Высшая школа, 1980. 368 с.
4. *Батурина Г. И., Кузина Т. Ф.* Введение в педагогическую профессию. М.: Педагогика, 1998. 176 с.
5. *Беспалько В. П.* Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний // *Советская педагогика.* 1968. № 4.
6. *Беспалько В. П.* Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 190 с.
7. *Блинов В. М.* Эффективность обучения. М.: Педагогика, 1976. 191 с.
8. *Лернер И. Я.* Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1985.
9. *Мизинцев В. П.* Проблема аналитической оценки качества и эффективности учебного процесса в школе. Ч. 1. Самара, 1979. 106 с.
10. *Скаткин М. Н.* Методология и методика педагогических исследований. М.: Педагогика, 1986. 152 с.
11. *Федоров К. П.* Эвристические методы обучения в преподавании курса информатики и ИКТ для учащихся нематематического профиля // *Известия РГПУ им. А. И. Герцена.* СПб., 2014. № 170. С. 116–124.
12. *Федоров К. П.* Эвристические формы обучения программированию в школах с углубленным изучением иностранных языков // *Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014): Материалы Всероссийской научно-практической конференции.* Кемерово, 2014. С. 193–194.

-
13. Федоров К. П. Педагогические технологии организации поисково-эвристической деятельности на уроках информатики // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014): Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово, 2014. С. 305.
 14. Федоров К. П. Эвристические информационные обучающие системы и их применение на уроках информатики в школах нематематического профиля // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации: Сборник трудов VIII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. М., 2014. Т. 2. С. 49–53.
 15. Федоров К. П., Абрамян Г. В. Требования к отбору содержания программ по информатике и ИКТ для школ с углубленным изучением иностранных языков // Региональная информатика «РИ-2014»: Материалы XIV Санкт-Петербургской международной конференции. 2014. С. 374.
 16. Формулы показателей успеваемости. М.: Издательский дом «Дрофа», 2009.
 17. Цермело Э. О применении теории множеств к теории шахматной игры // Матричные игры. М.: Физматгиз, 1961. С. 167–172 (оригинал: Zermelo E. Über eine Anwendung der Mengenlehre zur Theorie des Schachspiels. Proceedings of the Fifth International Congress of Mathematicians (Cambridge, 1912), Cambridge University Press, 1913. P. 501–504).

REFERENCES

1. Abramyan G. V. Operezhayushchee obrazovanie pedagoga i problemy ego informatizacii // Chelovek i obrazovanie. 2005. № 2. S. 16–19.
2. Abramyan G. V. Taksonomiya, klassifikaciya i metodologiya analiza celej obucheniya informatike i informacionnym tekhnologiyam v usloviyah globalizacii obrazovaniya // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 8–7. С. 1647–1652.
3. Arhangel'skij S. I. Uchebnyj process v vysshej shkole, ego zakonomernye osnovy i metody: Uchebno-metodicheskoe posobie. М.: Vysshaya shkola, 1980. 368 s.
4. Baturina G. I., Kuzina T. F. Vvedenie v pedagogicheskuyu professiyu. М.: Pedagogika, 1998. 176 s.
5. Bepal'ko V. P. Opyt razrabotki i ispol'zovaniya kriteriev kachestva usvoeniya znaniy // Sovetskaya pedagogika. 1968. № 4.
6. Bepal'ko V. P. Slagaemye pedagogicheskoy tekhnologii. М.: Pedagogika, 1989. 190 s.
7. Blinov V. M. EHffektivnost' obucheniya. М.: Pedagogika, 1976. 191 s.
8. Lerner I. Ya. Didakticheskie osnovy metodov obucheniya. М.: Pedagogika, 1985.
9. Mizincev V. P. Problema analiticheskoy ocenki kachestva i ehffektivnosti uchebnogo processa v shkole. Ch. 1. Samara, 1979. 106 s.
10. Skatkin M. N. Metodologiya i metodika pedagogicheskikh issledovanij. М.: Pedagogika, 1986. 152 s.
11. Fedorov K. P. EHvristicheskie metody obucheniya v prepodavanii kursa informatiki i IKT dlya uchashchihsya nematematicheskogo profilya // Izvestiya RGPU im. A. I. Gertsena. SPb., 2014. № 170. S. 116–124.
12. Fedorov K. P. Ehvristicheskie formy obucheniya programmirovaniyu v shkolah s uglublennym izucheniem inostrannyh yazykov // Informacionno-telekommunikacionnye sistemy i tekhnologii (ITSiT-2014): Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kemerovo, 2014. S. 193–194.
13. Fedorov K. P. Pedagogicheskie tekhnologii organizacii poiskovo-ehvristicheskoy deyatelnosti na urokah informatiki // Informacionno-telekommunikacionnye sistemy i tekhnologii (ITSiT-2014): Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kemerovo, 2014. S. 305.
14. Fedorov K. P. EHvristicheskie informacionnye obuchayushchie sistemy i ih primenenie na urokah informatiki v shkolah nematematicheskogo profilya // Iskusstvennyj intellekt: filosofiya, metodologiya, innovacii: Sbornik trudov VIII Vserossijskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. М., 2014. Т. 2. S. 49–53.
15. Fedorov K. P., Abramyan G. V. Trebovaniya k otboru sodержaniya programm po informatike i IKT dlya shkol s uglublennym izucheniem inostrannyh yazykov // Regional'naya informatika «RI-2014»: Materialy XIV Sankt-Peterburgskoj mezhdunarodnoj konferencii. 2014. S. 374.
16. Formuly pokazatelej uspevaemosti. М.: Izdatel'skij dom «Drofa», 2009.
17. Cermelo Eh. O primenenii teorii mnozhestv k teorii shahmatnoj igry // Matrichnye igry М., Fizmatgiz, 1961. S. 167–172 (original: Zermelo E. Über eine Anwendung der Mengenlehre zur Theorie des Schachspiels. Proceedings of the Fifth International Congress of Mathematicians (Cambridge, 1912), Cambridge University Press, 1913. P. 501–504).