

УДК 004.855, 51.77

Методы интегральных оценок при моделировании образовательных процессов

Рыжкова М. Н.^{1,*}, Платонова А. С.¹

* masmash@mail.ru

¹Муромский институт ФГОУ ВПО "Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых", Муром, Россия

В статье рассмотрен метод интегральных оценок, используемых при построении математических моделей в образовательном процессе. Проведен обзор российских источников по проектированию интегральных оценок при оценке знаний, умений, навыков учащегося и оценке качества образования в образовательном учреждении. В качестве примера применения интегральных оценок в образовании приведена многопараметрическая оценка знаний, умений и навыков учащихся по курсу физики средней школы. Многопараметрическая оценка использует более 80 критериев оценивания знаний, умений, навыков и личностных характеристик учащегося, а также его творческое развитие

Ключевые слова: интегральная оценка, многопараметрическая оценка, моделирование образовательной системы, оценка знаний

Введение

Образовательная система как система получения знаний является сложной по внутренним связям и большой по количеству элементов. Для изучения поведения и способов управления такой сложной системой используют упрощенное представление – модель образовательной системы. Модель системы позволяет выделить отдельные подсистемы, обладающие функциями управления или требующие управления в сложной системе.

С точки зрения используемой математики, все подходы к моделированию можно разбить на несколько основных групп:

- 1) статистический подход к моделированию образовательного процесса, в том числе с использованием нечисловой статистики (П.А. Орлов, А.Н. Членов, А.П. Свиридов, М.В. Сыгодина, И.В. Сибикина и др.);
- 2) вероятностный подход (Л.А. Растринин, И.Г. Бартасевич, В.В. Лаптев, В.И. Сербин и др.);
- 3) когнитивный подход к моделированию образовательного процесса (Ф.С. Робертс, В.И. Максимов, А.А. Кулинич, З.К. Авдеева, С.В. Коврига, Д.И. Макаренко, М.А. Заболотский, И.А. Полякова, А.В. Тихонин и др.), в том числе нечеткий когнитивный подход (И.М. Ажмухамедов) и модели с построением когнитивных карт (Н.

- Ю. Козлова, М.Ю. Козлова, Е.А. Гаврилина, М.А. Захаров, А.П. Карпенко, Е.В. Смирнова, В.А. Углев, Т.М. Ковалева и др.);
- 4) кибернетический подход к моделированию образовательного процесса (Н. Винер, Б.Ф. Скинер, В.П. Беспалько, Л.А. Растрин, М.Х. Эренштейн, Т.Л. Мазурок, В.В. Лаптев и др.);
 - 5) модель онтологий в моделировании образовательного процесса (И.Л. Артемьева, М.А. Князева, О.А. Купневич, В.Н. Высоцкий, Н.В. Рештаненко, В.В. Лаптев и др.), в том числе с использованием ассоциативных сетей (Г.А. Атанов, И.Н. Пустынникова);
 - 6) семантические сети в обучающих системах (В.С.Лозовский, И.П. Кузнецов, Г.С. Осипов, А.И. Башмаков, И.А. Башмаков, П.Д. Рабинович, И.А. Перминов, Д.А. Грачев, В.В. Лаптев, А.П. Карпенко, Н.К. Соколов и др.);
 - 7) интегральный подход к построению модели (И.К. Гевлич, И.М. Ажмухамедов, А.И. Ажмухамедов, Г.В. Сироткин, И.В. Соловьев, С.В. Филатов, А.А. Большаков, А.Ю. Маркелов, Т.В. Бычкова, И.И. Соколова, С.А. Сакулин, О.В. Анисимова, А.С. Платонова и др.);
 - 8) другие подходы, среди которых:
 - модель, основанная на дифференциальном исчислении (Н.Ф. Добрынина),
 - метод оптимума номинала (Г.В. Горелова, Е.А. Карпова),
 - модель, основанная на вербальном анализе решения и теории множеств (В. И. Вепчихин, Е. Н. Прошкина),
 - модели на основе матричных структур (И.М. Ткаченко) и некоторые другие.

Целями данной работы стали: рассмотрение интегрального подхода к моделированию образовательной системы или ее частей, обзор существующих интегральных моделей и описание интегральной оценки достижений учащегося на примере школьного курса физики.

1. Интегральная оценка

В условиях, когда на исследуемый процесс или систему влияют несколько критериев или факторов, то задача моделирования усложняется и становится многокритериальной. Одни из простейших методов решения таких многокритериальных задач – различные методы свертки критериев в один обобщенный (интегральный, комплексный) критерий.

В случае многокритериальных задач систему или процесс оценивают с точки зрения нескольких критериев (факторов, параметров), обозначим оценку этих критериев p_i , $i \in 1 \dots n$, n – количество критериев. Разные критерии могут по-разному влиять на процесс, поэтому необходимо ввести понятие веса критерия – w_i – степени влияния i -го критерия на систему. При моделировании социально-экономических процессов и систем для нахождения интегрального критерия P используют следующие виды свертки:

- 1) аддитивная свертка подразумевает нахождение интегрального критерия P как взвешенной суммы оценок всех критериев:

$$P = \sum_{i=1}^n w_i p_i.$$

- 2) мультипликативная свертка подразумевает нахождение интегрального критерия P как взвешенного произведения оценок всех критериев:

$$P = \prod_{i=1}^n p_i^{w_i}.$$

- 3) мультипликативно-аддитивная свертка подразумевает нахождение интегрального критерия P как комбинацию мультипликативной и аддитивной свертки оценок всех критериев (пример использования приведен в [1]).

Средневзвешенные оценки имеют место при условии, что критерии не взаимосвязаны. Обобщением средневзвешенной оценки при условии, что между критериями есть взаимосвязь (взаимодополнение, взаимозависимость и т.п.), является нечеткий интеграл Шоке [2]. Основная проблема в данном случае – вычисление мер взаимодействия критериев.

2. Примеры использования интегральных оценок

Проведем обзор некоторых российских источников по разработке интегральных моделей образовательных систем или их частей.

Таблица 1. Обзор источников

Автор	Цель моделирования	Критерии оценки	Источник
Гевлич И. К.	образовательный уровень учащегося	- предметные компетентность - интеллектуальная компетентность - информационная компетентность, - социальная компетентность, - коммуникативная компетентность, - общекультурная компетентность.	[3]
Гевлич И. К.	деятельность преподавательского состава	- внешние ресурсы, к которым относятся: финансовая обеспеченность, материально-техническая обеспеченность, методическая обеспеченность, организационная обеспеченность, обеспеченность профессионального роста, информационная обеспеченность, система поощрений; - внутренние ресурсы, то есть: уровень готовности и адаптированности к профессиональной деятельности	[4]
И.В. Сибикина	компетентность студентов вуза	- степень владения общекультурными компетенциями (по каждой компетенции), - степень владения профессиональными компетенциями (по каждой компетенции)	[5]

Автор	Цель моделирования	Критерии оценки	Источник
И.М. Ажмухамедов, А.И. Ажмухамедов	оценка эффективности образовательной деятельности учреждения	- Уровень материально-технической базы вуза - Уровень востребованности выпускников - Уровень довузовской подготовки и отбора абитуриентов - Уровень воспитательной деятельности вуза - Уровень социально-бытового обеспечения - Уровень внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов - Уровень информатизации вуза - Качественный состав профессорско-преподавательского состава	[6]
А. А. Большаков, А. Ю. Маркелов	психо-физиологический компонент модели обучаемого	- общий уровень интеллектуального развития - тип темперамента - доминирующий канал восприятия информации - информацию о состоянии личности обучаемого (свобода воли, враждебный настрой, чувство неприкаянности и т. д.).	[7]
И. В. Сибикина, И. В. Космачёва, Н. В. Давидюк	уровень сформированности компетенции	- Характеристики уровня сформированности компетенции - Характеристики вклада дисциплин в компетенцию - Характеристики потерь компетенции	[8]
Сакулин С.А., Анисимова О.В.	успеваемость учащихся	- знания по предметам, - результаты контрольных работ - результаты экзаменов	[9]
Соловьев И.В., Филатов С.В.	качество образовательной деятельности учреждения образования	- результаты конкурса абитуриентов, - маркетинг образовательных услуг, - организацию образовательного процесса, - информационные образовательные единицы, - технологии управления персоналом, человеческими и образовательными ресурсами, образовательными инновациями, - интеллектуальный капитал.	[10]
Сироткин Г.В.	оценки качества образования и эффективности деятельности вуза	- соответствие стандартам - соответствие правовым требованиям - оценка образовательных программ - оценка сотрудников - оценка профессорско-преподавательского состава - оценка международной деятельности - оценка научной деятельности и др.	[11]

Автор	Цель моделирования	Критерии оценки	Источник
Царева Е.Н., Рыжкова М.Н.	модель обучаемого с учетом его индивидуальных особенностей и предпочтений	- знания по предмету, - индивидуальные предпочтения, - индивидуальные особенности, среди которых 1. Черты характера/особенности памяти, поведение 2. Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям) 3. Наличие свободного времени 4. Желание/нежелание учиться 5. Наличие других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью 6. Факультативная деятельность 7. Общение с другими студентами и преподавателями 8. Поддержка/отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей 9. Состояние здоровья 10. Материальное положение	[12, 13, 14]
В.С. Лаврентьев, М.Ю. Пивовар	оценка профессиональной подготовленности выпускника	оценки результатов тестирования по отдельным разделам теста, соответствующим основным направлениям профессиональной подготовки студентов.	[15]

Анализ источников, приведенных в таблице 1, а также некоторых других источников, позволил сделать вывод, что наиболее часто интегральную оценку используют при необходимости объединить множество факторов, которые влияют на образовательную систему или ее часть для сравнения повторяющихся при разных условиях процессов:

- оценка знаний, умений, навыков учащегося (разные учащиеся при освоении одной и той же программы),
- оценка качества образования в образовательном учреждении (разные учреждения при предоставлении одних и тех же образовательных услуг).

3. Многопараметрическая оценка достижений учащегося

Одной из вариаций интегральной модели, используемой в образовании, является модель многопараметрической оценки достижений учащегося. Рассмотрим пример составления интегральной многопараметрической оценки на примере школьного курса физики.

Многопараметрическая оценка учащегося представляет собой психолого-педагогическую характеристику ученика, формируемую по запросу учителя, психолога, ученика или родителей. Содержит полученную в результате проверки, обработанную оп-

ределенным образом и сведенную в единое целое психолого-педагогическую информацию о результатах образования школьника [16].

Многопараметрическая оценка включает в себя 4 части: 1) «Знания и умения по предметам», 2) «Надпредметные умения и навыки», 3) «Личностное развитие», 4) «Воспитание». Каждая часть состоит из нескольких разделов. Количество разделов зависит от того, по скольким учебным предметам осуществляется контроль. Каждый раздел, посвященный тому или иному учебному предмету, состоит из четырех параграфов: «Усвоение основных элементов структуры физических знаний», «Сформированность умения решать задачи», «Сформированность умения выполнять лабораторные работы», «Творчество».

Для формализованного описания информационной модели результатов многопараметрического контроля образовательной деятельности выделены входные данные, получаемые в результате того или иного этапа контроля. Обозначим $X_1 \dots X_{12}$ – промежуточные данные, получаемые в результате первичной обработки, которая следует сразу после завершения этапа контроля:

$$X = \{X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1a}, X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2b}, X_{31}, X_{32}, \dots, X_{3c}, X_{41}, X_{42}, \dots, X_{4d}, \\ X_{51}, X_{52}, \dots, X_{5e}, X_{61}, X_{62}, \dots, X_{6f}, X_{71}, X_{72}, \dots, X_{7g}, X_{81}, X_{82}, \dots, X_{8h}, \\ X_{91}, X_{92}, \dots, X_{9i}, X_{101}, X_{102}, \dots, X_{10j}, X_{111}, X_{112}, \dots, X_{11k}, X_{112}, X_{122}, \dots, X_{12l}\},$$

где $a \dots l$ – количество вопросов в тестовых задачах, этапов задач контрольных работ, этапов лабораторных работ, творческих заданий, шкал общеучебных умений, психологических тестов, тестов на характерологические особенности, репрезентативную систему и профессиональную ориентацию, шкал ценностных ориентаций, проявлений воспитанности, тестов по мотивации учебной деятельности соответственно.

Обозначим через $Z_1 \dots Z_7$ промежуточные данные – результаты первичной обработки результатов контроля (таблица 2).

Таблица 2. Первичная обработка результатов контроля

Обозначение	Расшифровка	Расчетная формула
Z_1	Тестовое задание	$Z_1 = \sum_{i=1}^n (X_{1i})$, где X_{1i} – балл за i -ый вопрос тестового задания; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер вопроса.
Z_2	Задача	$Z_2 = k_s \sum_{i=1}^n (X_{2i})$, где X_{2i} – балл за i -ый этап задачи; k_s – поправочный коэффициент, учитывающий сложность задачи, $k_s \in [0,5; 1; 2]$; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер этапа.

Обозначение	Расшифровка	Расчетная формула
Z_3	Контрольная работа	$Z_3 = \sum_{i=1}^n (Z_{2i})$, где Z_{2i} – балл за i -ую задачу в контрольной работе; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер задачи.
Z_4	Лабораторная работа	$Z_4 = \sum_{i=1}^n (X_{3i})$, где X_{3i} – балл за i -ый этап лабораторной работы; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер этапа лабораторной работы.
Z_5	Критерии лабораторной работы	$Z_5 = \sum_{i,j=1}^{n,m} (X_{3ij})$, где X_{3ij} – балл за i -ый этап лабораторной работы по j -му критерию; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер этапа лабораторной работы; $j = \overline{1, m}$, m – порядковый номер критерия лабораторной работы.
Z_6	Компоненты структурной единицы	$Z_6 = \sum_{i,j=1}^{n,m} (X_{1ij})$, где X_{1ij} – балл за i -ый вопрос в тестовом задании по j -ой структурной единице; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер вопроса в тестовом задании; $j = \overline{1, m}$, m – порядковый номер структурной единицы.
Z_7	Этап контрольной работы	$Z_7 = \sum_{i,j=1}^{n,m} (X_{2ij})$, где X_{2ij} – балл за i -ый этап задачи j -го типа этапа; $i = \overline{1, n}$, n – порядковый номер этапа; $j = \overline{1, m}$, m – код этапа.

Обозначим через $Y_1 \dots Y_{80}$ выходные данные – результаты вторичной обработки результатов контроля, являющиеся элементами многопараметрической оценки. В результате аналитическая модель многопараметрической оценки учащегося:

$$MPM = \{P; S; L; V\},$$

где P, S, L, V – подмножества результатов контроля.

$$MPM = \{Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1p}; Y_{21}, Y_{22}, \dots, Y_{2s}; Y_{31}, Y_{32}, \dots, Y_{3l}; Y_{41}, Y_{42}, \dots, Y_{4v}, \},$$

где 1, 2, 3, 4 – номера групп результатов контроля; p, s, l, v – номера результатов контроля знаний и умений по предмету, общеучебных умений и навыков, развития и воспитания соответственно: $p = 47, s = 6, l = 18, v = 9$.

Получены аналитические зависимости между входными, промежуточными данными и выходными данными, являющиеся элементами многопараметрической оценки (от Y_1 до Y_{80}), которые сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Многопараметрическая оценка

Параметр	Обозначение	Формула
Коэффициент усвоения теоретического материала	Y_{11}	$Y_{11} = \frac{Z_1}{B_1}$
Уровень усвоения теоретического материала	Y_{12}	$Y_{12} = \begin{cases} \text{низкий, } 0,00 \leq Y_{11} \leq 0,20, \\ \text{ниже среднего, } 0,21 \leq Y_{11} \leq 0,40, \\ \text{средний, } 0,41 \leq Y_{11} \leq 0,60, \\ \text{выше среднего, } 0,61 \leq Y_{11} \leq 0,80, \\ \text{высокий, } 0,81 \leq Y_{11} \leq 1,00 \end{cases}$
Коэффициент усвоения физических понятий,	Y_{13}	$Y_{13} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{11i} + \sum_{i=1}^m X_{12i}}{B_1 + B_2}$
Результаты ответа на вопросы по определению физических понятий и по обоснованию необходимости введения физического понятия соответственно	Y_{14}, Y_{15}	$Y_{14} = \{Y_{141}, Y_{142}, \dots, Y_{14N}\}$ $Y_{14i} = \begin{cases} 0, & X_{11i} = 0 \\ 1, & X_{11i} > 0 \end{cases}$
Коэффициент усвоения физических величин	Y_{16}	$Y_{16} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{13i} + \sum_{i=1}^m X_{14i} + \sum_{i=1}^z X_{15i} + \sum_{i=1}^l X_{16i}}{B_3 + B_4 + B_5 + B_6}$
Результаты ответа на вопросы по обоснованию необходимости, определительной формуле физической величины, какой является физическая величина: векторной или скалярной, единице измерения физической величины соответственно	$Y_{17}, Y_{18},$ Y_{19}, Y_{110}	
Коэффициент усвоения физических явлений	Y_{111}	$Y_{111} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{17i} + \sum_{i=1}^m X_{18i}}{B_7 + B_8}$
Результаты ответа на вопросы по сущности физического явления, величинам, используемых для описания исследования явления	Y_{112}, Y_{113}	
Коэффициент усвоения физических законов	Y_{114}	Аналогично Y_{11}
Результаты ответа на вопросы по физической сущности закона, математическому выражению, словесной формулировке и графическому представлению соответственно	$Y_{115}, Y_{116},$ Y_{117}, Y_{118}	
Коэффициент сформированности умения решать задачи	Y_{119}	$Y_{119} = \frac{Z_2}{B_2}$
Уровень коэффициента сформированности умения решать задачи	Y_{120}	Определяется аналогично Y_{12}
Результаты выполнения этапов решения задач:	$Y_{121}, Y_{122},$	$Y_{121} = \{Y_{1211}, Y_{1212}, \dots, Y_{121M}\},$

Параметр	Обозначение	Формула
записи краткого условия, перевода в систему СИ, приведение поясняющего рисунка, физического процесса, описанного в задаче, выбора формулы для решения, выбора расчетной формулы, приведения численного решения соответственно	$Y_{123}, Y_{124},$ $Y_{125}, Y_{126},$ Y_{127}	$Y_{12li} = \begin{cases} 0, & X_{12li} = 0 \\ 1, & X_{12li} > 0 \end{cases}$
Коэффициент сформированности умения выполнять лабораторные работы	Y_{128}	$Y_{128} = \frac{Z_4}{B_4}$
Уровень сформированности умения выполнять лабораторные работы	Y_{129}	Зависит от соответствующего коэффициента
Результаты выполнения этапов лабораторных работ	$Y_{130}, \dots$ Y_{141}	$Y_{130} = \{Y_{1301}, Y_{1302}, \dots, Y_{130C}\}$
Коэффициент новизны	Y_{142}	$Y_{142} = \frac{\sum_{i=1}^D Y_{144i}}{D},$ D – число творческих работ
Уровень творчества	Y_{143}	$Y_{143} = \begin{cases} \text{низкий}, & 0,00 \leq Y_{142} \leq 0,49, \\ \text{средний}, & 0,5 \leq Y_{142} \leq 0,79, \\ \text{высокий}, & 0,80 \leq Y_{142} \leq 1,00 \end{cases}$
Результат выполнения творческой работы	Y_{144}	$Y_{144} = \{Y_{1441}, Y_{1442}, \dots, Y_{144D}\}, Y_{144i} = X_{4i};$
Коэффициент новизны творческой работы	Y_{145}	$Y_{145} = \{Y_{1451}, Y_{1452}, \dots, Y_{145D}\},$ $Y_{145i} = X_{4i} / 18;$
Коэффициент обученности	Y_{146}	$Y_{146} = (Y_{11} + Y_{119} + Y_{128} + Y_{142}) / 4;$
Уровень обученности	Y_{147}	$Y_{147} = \begin{cases} \text{низкий}, & 0,00 \leq Y_{146} \leq 0,20, \\ \text{ниже среднего}, & 0,21 \leq Y_{146} \leq 0,40, \\ \text{средний}, & 0,41 \leq Y_{146} \leq 0,60, \\ \text{выше среднего}, & 0,61 \leq Y_{146} \leq 0,80, \\ \text{высокий}, & 0,81 \leq Y_{146} \leq 1,00 \end{cases}$
Средний балл по шкале «Интеллектуальные ОУНы»;	Y_{21}	
Группа, к которой относится ученик по развитию интеллектуальных общеучебных умений	Y_{22}	$Y_{21} = \begin{cases} \text{слабая группа}, & 9,00 \leq Y_{21} \leq 15,00, \\ \text{средняя группа}, & 16,00 \leq Y_{21} \leq 23,00, ; \\ \text{сильная группа}, & 24,00 \leq Y_{21} \leq 31,00 \end{cases}$
Средний балл по шкале «Организационные ОУНы»	Y_{23}	
Группа, к которой относится ученик по развитию организационных общеучебных умений	Y_{24}	$Y_{24} = \begin{cases} \text{слабая группа}, & 6,00 \leq Y_{23} \leq 10,00, \\ \text{средняя группа}, & 11,00 \leq Y_{23} \leq 16,00, ; \\ \text{сильная группа}, & 17,00 \leq Y_{23} \leq 22,00, \end{cases}$
Средний балл по шкале «Коммуникативных ОУНы»	Y_{25}	

Параметр	Обозначение	Формула
Группа, к которой относится ученик по развитию коммуникативных общеучебных умений	Y_{26}	$Y_{26} = \begin{cases} \text{слабая группа, } 8,00 \leq Y_{25} \leq 13,00, \\ \text{средняя группа, } 14,00 \leq Y_{25} \leq 20,00, \\ \text{сильная группа, } 21,00 \leq Y_{25} \leq 26,00 \end{cases}$
Уровень развития лингвистического мышления, технического мышления, логического мышления, математического мышления, концентрации внимания, устойчивости внимания, объема внимания, объема кратковременной зрительной памяти, узнавания соответственно.	$Y_{31}, Y_{32}, Y_{33}, Y_{34}, Y_{35}, Y_{36}, Y_{37}, Y_{38}$	Уровень определяется согласно соответствующим методикам;
Тип характерологических особенностей	Y_{310}	Определяется согласно соответствующей методике
Тип репрезентативной системы,	Y_{311}	Определяется согласно соответствующей методике
Тип рекомендуемой профессии	Y_{312}	Определяется согласно соответствующей методике
Мотивация учебной деятельности	Y_{313}	Определяется согласно соответствующей методике
Уровень ценностных ориентаций по шкале «Познание как ценность», «Я - ценность», «Другой - ценность», «Общественно-полезная деятельность», «Ответственность как ценность» соответственно	$Y_{314}, Y_{315}, Y_{316}, Y_{317}, Y_{318}$	Определяется согласно соответствующим методикам
Уровень воспитанности по проявлению «Внешний вид», «Общая речь», «Отношения с ребятами», «Отношения с учителями», «Отношения с другими», «Дисциплинированность», «Отношение к школьному имуществу» соответственно	$Y_{41}, Y_{42}, Y_{43}, Y_{44}, Y_{45}, Y_{46}, Y_{47}$	Уровень определяется согласно соответствующим методикам
Общий балл по воспитанности	Y_{48}	$Y_{48} = \frac{Y_{41} + Y_{42} + Y_{43} + Y_{44} + Y_{45} + Y_{46} + Y_{47}}{7}$
Уровень воспитанности	Y_{49}	$Y_{49} = \begin{cases} \text{низкий, } 0,00 \leq Y_{48} \leq 1,00, \\ \text{ниже среднего, } 1,01 \leq Y_{48} \leq 2,00, \\ \text{средний, } 2,01 \leq Y_{48} \leq 3,00, \\ \text{выше среднего, } 3,01 \leq Y_{48} \leq 4,00, \\ \text{высокий, } 4,01 \leq Y_{48} \leq 5,00 \end{cases}$

В формулах B_i – максимально возможные баллы, которые мог набрать учащийся за ответы вопросы по компонентам соответствующих структурных единиц. ОУН – общеучебные умения и навыки.

Фрагмент структуры и содержания многопараметрической оценки приведен на рис.1.

Интегративная оценка достигнутых результатов освоения ООП

Ф.И.О.: < >
 Класс: < >
 Школа: < >

Часть 1 Знания и умения по предметам

Раздел 1 Знания и умения по <ФИЗИКА>

Обученность O учащегося равна $<Y_{22}>$ – уровень – $<Y_{23}>$

Параграф 1 Усвоение основных компонентов структуры
физических знаний

Коэффициент усвоения теоретического материала $K_{ум}$ равен $<Y_1>$
 – уровень усвоения теоретического материала $Y_{ум} - <Y_2>$.

Коэффициент усвоения физических понятий $K_{п}$ равен $<Y_3>$

Вопрос	Результат
Определение модели объекта или понятия	
<Вопрос N>	Y_{4N}
...	...
<Вопрос M>	Y_{4M}
Обоснование необходимости введения модели или понятия	
<Вопрос K>	Y_{4K}
...	...
<Вопрос L>	Y_{4L}

Коэффициент усвоения физических величин $K_{в}$ равен $<Y_5>$

Вопрос	Результат
Словесная формулировка	
<Вопрос N>	Y_{5N}
...	...
<Вопрос M>	Y_{5M}
Определительная формула	
<Вопрос K>	Y_{5K}
...	...
<Вопрос L>	Y_{5L}

Рис. 1. Фрагмент структуры и содержания многопараметрической оценки

Заключение

В ходе проведенных исследований по использованию методов интегральной оценки в образовательной деятельности были выявлено два основных направления, которые используют эти методы:

- оценка знаний, умений, навыков учащегося,
- оценка качества образования в образовательном учреждении.

В результате исследования был разработан метод многопараметрической оценки, позволяющий получить комплексную оценку знаний, умений, навыков учащегося, а также описывающую его личностные характеристики и творческое развитие. Отслеживание ди-

намики многопараметрической оценки позволит отследить развитие каждого учащегося в течение всего учебного процесса.

Список литературы

1. Бирюков А.Н. Мультипликативно-аддитивная свертка частных критериев-агрегатов для оценки эффективности работы учреждений здравоохранения // Управление экономическими системами. Электрон. науч. журн. 2010. № 4. Режим доступа: <http://uecs.ru/logistika/item/275-2011-03-25-06-56-54> (дата обращения 20.12.2015).
2. Сакулин С.А. Операторы агрегирования в нечетких диагностических моделях технологических процессов производств протяженных изделий // Вестник ТГТУ. 2007. Т. 13, № 1. С. 57-70.
3. Гевлич И.К., Захаров А.А. Компьютерная поддержка управления качеством школьного образования // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 4 (43), вып. 2. С. 216-219.
4. Гевлич И.К. Управление развитием общеобразовательного учреждения на основе комплексной оценки деятельности преподавательского корпуса // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. № 2. С. 191-198.
5. Сибикина И.В. Процедура оценки компетентности студентов вуза, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. № 1. С. 200-205.
6. Ажмухамедов И.М., Ажмухамедов А.И. Формирование рейтинговой оценки качества образования на основе нечеткой графовой модели // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 4. С. 150-157.
7. Большаков А.А., Маркелов А.Ю. Разработка модели информационных процессов при синтезе интеллектуальной обучающей системы с учетом психофизиологических характеристик обучаемых // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 1. С. 180-186.
8. Сибикина И.В., Космачёва И.В., Давидюк Н.В. Мониторинг качества подготовки выпускника вуза при осуществлении компетентностного подхода // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 1. С. 208-214.
9. Сакулин С.А., Анисимова О.В. Формирование интегральных оценок успеваемости учащихся с помощью операторов агрегирования // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 3. С. 256-268. DOI: [10.7463/0315.0759904](https://doi.org/10.7463/0315.0759904)
10. Соловьев И.В., Филатов С.В. Интегральные оценки качества образования // Интеграция образования. 2014. Т. 18, № 2 (75). С. 14-19. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/integralnye-otsenki-kachestva-obrazovaniya> (дата обращения 12.01.2016).
11. Сироткин Г.В. Модель системы интегральной оценки качества образования и эффективности деятельности вуза // «Инновации в науке»: сб. ст. по матер. XLVI Меж-

дународной научно-практической конференции (Россия, г. Новосибирск, 24 июня 2015 г.). Новосибирск: Изд-во «СибАК», 2015. С. 38-59. Режим доступа: <http://sibac.info/19313> (дата обращения 25.12.2015).

12. Царева Е.Н., Рыжкова М.Н. Построение математической модели обучаемого для оптимизации учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. 2014. № 2 (54). С. 63-68.
13. Царева Е.Н., Рыжкова М.Н. Методы и устройства передачи и обработки информации // Научно-технический журнал. 2012. № 14. С. 119-121.
14. Царева Е.Н. Математическая модель оптимизации учебного процесса // Дистанционное и виртуальное обучение. 2015. № 08. С. 109-116.
15. Лаврентьев В.С., Пивовар М.Ю. Оценивание профессиональной подготовленности на основе интеграла Шоке // Прикладная информатика. 2015. Т. 10, № 1 (55). С. 19-25.
16. Платонова А.С., Самохин А.В. Информационная система для средней школы: монография. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 128 с.

Integrated Assessment Methods in Modeling Educational Processes

M.N. Ryzhkova^{1,*}, A.S. Platonova¹

^{*}masmash@mail.ru

¹Murom Institute (Branch) of the "Vladimir State University
n.a. A.G. and N. G. Stoletovs", Murom, Russia

Keywords: integrated evaluation, multiparametric score, educational system modeling, knowledge evaluation

The educational system is a complex system that involves a large number of processes and connections. Control of particular processes and components allows its optimization. Modeling is widely used to test the effectiveness of different control methods in the educational process.

The article describes one of the approaches to modeling the education processes and systems, i.e. an integrated assessment method. The integrated assessment is a comprehensive measure of the system state. The article describes the basic methods to provide integrated assessment.

The research objectives were to review Russian scientific publications on modeling educational processes through the integrated assessment and identify the educational system processes or parts for modeling of which the integrated assessment is most commonly used. The analysis has shown that such an approach to modeling in education is one of the most popular among Russian scientists. The article gives a brief overview of some publications. This work allowed drawing a conclusion that integrated assessment is commonly used when it is necessary to combine a variety of factors that affect the educational system or its part, i.e. for student's knowledge and skills assessment or for assessment of quality of education in educational institutions.

Another aim of the work was an attempt to use the integrated assessment method to define student's psychology-educational characteristics to combine student's knowledge and skills assessment with psychological personalities. As a result of this work was defined a multiparametric student's score for a school course of physics in the following sections "The subject knowledge and skills", "The extended skills", "Personal development", "The upbringing". The multi-parametric student's score includes more than 80 indicators for student's assessment. The analysis of multiparametric student's score dynamics enables us to track development of each student throughout the educational process.

References

1. Biryukov A.N. Multiplicative-additive convolution of partial criteria aggregates to assess the efficiency of health care facilities. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami = Management of*

- economic systems*, 2010, no. 4. Available at: <http://uecs.ru/logistika/item/275-2011-03-25-06-56-54> , accessed 20.12.2015. (in Russian).
2. Sakulin S.A. Aggregation Operators in Fuzzy Diagnostic Models of Production Processes of Extended Objects. *Vestnik TGTU = Herald of TSTU*, 2007, vol. 13, no. 1, pp. 57-70. (in Russian).
 3. Gevlich I.K., Zaharov A.A. The computer support of the management of the education quality. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Herald of SSTU*, 2009, no. 4, 2nd ed., pp. 216-219. (in Russian).
 4. Gevlich I.K. Management of development of general educational establishment on the basis of the complex estimation of the teaching staff activity. *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Vestnik of ASTU. Ser.: Management, computer science and informatics*, 2011, no. 2, pp. 191-198. (in Russian).
 5. Sibikina I.V. Estimation procedure of students' competency studying at the faculty of "Information security". *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Vestnik of ASTU. Ser.: Management, computer science and informatics*, 2011, no. 1, pp. 200-205. (in Russian).
 6. Azhmukhamedov I.M., Azhmukhamedov A.I. Formation of a rating mark of education quality on the basis of a fuzzy graph model. *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Vestnik of ASTU. Ser.: Management, computer science and informatics*, 2013, no. 4, pp. 150-157. (in Russian).
 7. Bol'shakov A.A., Markelov A.Yu. Development of model of information processes at synthesis of intellectual training system taking into account psychophysiological characteristics of trainees. *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Vestnik of ASTU. Ser.: Management, computer science and informatics*, 2013, no. 1, pp. 180-186. (in Russian).
 8. Sibikina I.V., Kosmacheva I.V., Davidyuk N.V. Monitoring of quality of preparation of graduates of the institution in the implementation of the competence approach. *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Vestnik of ASTU. Ser.: Management, computer science and informatics*, 2013, no. 1, pp. 208-214. (in Russian).
 9. Sakulin S.A., Anisimova O.V. Forming of Students' Academic Achievement Integral Indicator Based on Aggregation Operators. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana = Science and Education of the Bauman MSTU*, 2015, no. 3, pp. 256-268. DOI: [10.7463/0315.0759904](https://doi.org/10.7463/0315.0759904) (in Russian).
 10. Solov'ev I.V., Filatov S.V. Integral Assessments of Education Quality. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of education*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 14-19. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/integralnye-otsenki-kachestva-obrazovaniya> , accessed 12.01.2016. (in Russian).
 11. Sirotkin G.V. The model of integrated system of education quality assessment and effectiveness of the university. "Innovatsii v nauke": sb. st. po mater. 46 Mezhdunarodnoi

- nauchno-prakticheskoi konferentsii* ["Innovations in science": collected articles on proc. of the 46th International scientific and practical conference], Russia, Novosibirsk, June 24, 2015. Novosibirsk, "SibAK" Publ., 2015, pp. 38-59. Available at: <http://sibac.info/19313>, accessed 25.12.2015. (in Russian).
12. Tsareva E.N., Ryzhkova M.N. Construction of mathematical model of learner for optimization of educational process. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie* = [*Open and distance education*](#), 2014, no. 2, pp. 63-68. (in Russian).
 13. Tsareva E.N., Ryzhkova M.N. Methods and devices of transmission and processing of information. *Nauchno-tehnicheskii zhurnal* = *Scientific and technical journal*, 2012, no. 14, pp. 119-121. (in Russian).
 14. Tsareva E.N. Mathematical Model of Optimization of Educational Process. *Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie* = *Distance and virtual learning*, 2015, no. 08, pp. 109-116. (in Russian).
 15. Lavrent'ev V.C., Pivovarov M.Yu. Evaluation of professional skills based on Choquet integral. *Prikladnaya informatika* = *Journal of applied informatics*, 2015, vol. 10, no. 1, pp. 19-25. (in Russian).
 16. Platonova A.S., Samokhin A.V. *Informatsionnaya sistema dlya srednei shkoly: monografiya* [Information system for high school: monograph]. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 128 p. (in Russian).