

$$\tilde{f}_*^L \leq \tilde{f}_* \leq \tilde{f}_*^U.$$

Тогда функция $\mathbb{R}(\bullet)$ примет вид:

$$\mathbb{R}(\tilde{f}_*) = \tilde{f}_*^L(\tilde{f}_*).$$

Видно, что при $N \geq 80$ можно считать правило статистически достоверным. Сходимость в общем случае для разных величин $\tilde{f}_*$ различается значительно. Это может быть связано с отклонениями для $\tilde{f}_* = 1, \tilde{f}_* = 0$ (граничные значения).

Выводы.

Качество зажигания шихты на конвейерной агломерационной машине зависит от большого числа неравнозначных факторов, связанных со свойствами используемого топлива и режимом его сжигания, свойствами шихты и параметрами работы машины.

В данной статье предлагается подход управления процессом зажигания агломерационной шихты с использованием квази-Марковских цепей. Рассмотренная методика позволяют производить управление сложным технологическим комплексами динамика, которое описывается нелинейными дифференциальными уравнениями.

Разработанные модели были использованы при реализации систем управления зажиганием на аглопроизводстве ОАО «ММК» (г. Магнитогорск) в 2013 г.

Литература

1. Князева, Е. Н. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов // Вопросы философии. – 1992. – №12.
2. Соколов, Г. А. Теория вероятностей. Управляемые цепи Маркова в экономике / Г. А. Соколов, Н. А. Чистякова. – М., 2005.

УДК 519.711.2

М. Н. Рыжкова

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

В статье приводится математическая модель процесса обучения. Приведена разработанная диаграмма процессов, протекающих в системе обучения с указанием отдельных компонентов системы и взаимосвязей между ними. В основу математической модели положена функциональная схема процесса обучения, определены входные и выходные элементы каждого блока схемы. Такой подход к описанию процесса обучения позволил выявить элементы, управление которыми позволит повысить качество процесса обучения в рамках дистанционного или электронного обучения.

Математическая модель, процесс обучения, управление, диаграмма процесса, функциональная схема.

The article presents a mathematical model of the learning process. The developed diagram of processes taking place in the education system with the individual components of the system and the relationships between them is given. The functional scheme of the learning process is taken as a basis of the mathematical model; inputs and outputs elements of each circuit block are defined. Such an approach to the description of the learning process has revealed the elements; its control will improve the quality of the learning process within the framework of distance or e-learning.

Mathematical model, learning process, management, process diagram, function diagram.

Введение.

Образовательная система является сложной системой, с большим количеством протекающих в ней процессов и связей. Оптимизировать работу образовательной системы возможно, управляя отдельными процессами и компонентами. Современная литература по теории управления образовательными системами выделяет три разнообразных подхода:

- организационное управление,
- педагогическое управление,
- управление процессом обучения.

Организационное управление подразумевает управление структурой и составом образовательной организации или сети организаций, ресурсами орга-

низации, в том числе кадровым составом, а также экономической и хозяйственной деятельностью учреждения образования [1]. Педагогическое управление, согласно Л. Н. Павловой, – целенаправленное педагогическое воздействие с целью качественных изменений ученического коллектива [2]. Педагогическое управление в своей основе содержит непосредственный контакт ученика и педагога. Однако в современном мире информационных технологий все большее место отводится дистанционному или электронному обучению. Компьютер берет на себя часть функций педагога, разумеется, не заменяя его полностью. При этом качество обучения возможно повысить, управляя структурой и содержанием учебного

материала, а также последовательностью обучения. Именно эти два процесса и будем рассматривать, говоря об управлении учебным процессом.

Целью работы стало математическое описание процесса обучения и выявление отдельных процессов, которыми можно управлять для повышения качества образования.

Основная часть.

Для описания обучения с точки зрения процессов, происходящих в системе, представим процесс обучения в виде диаграммы (рис. 1). В блоки выделены процессы, протекающие в системе обучения, жирными стрелками обозначены входные и выходные данные системы обучения, пунктирными линиями обозначены данные, изменение которых является

целью процесса обучения. Все остальные данные, формируемые субъектами учебного процесса, являются средствами изменения знаний, умений и навыков учащегося, а также его личностных характеристик.

Такое представление процесса обучения позволяет выделить процессы, которыми можно управлять при обучении.

- 1) формирование контрольно-измерительных материалов;
- 2) проверка знаний на всех этапах контроля;
- 3) представление структуры учебных материалов и последовательности обучения;
- 4) формирование структуры материалов и траектории для самостоятельной работы.

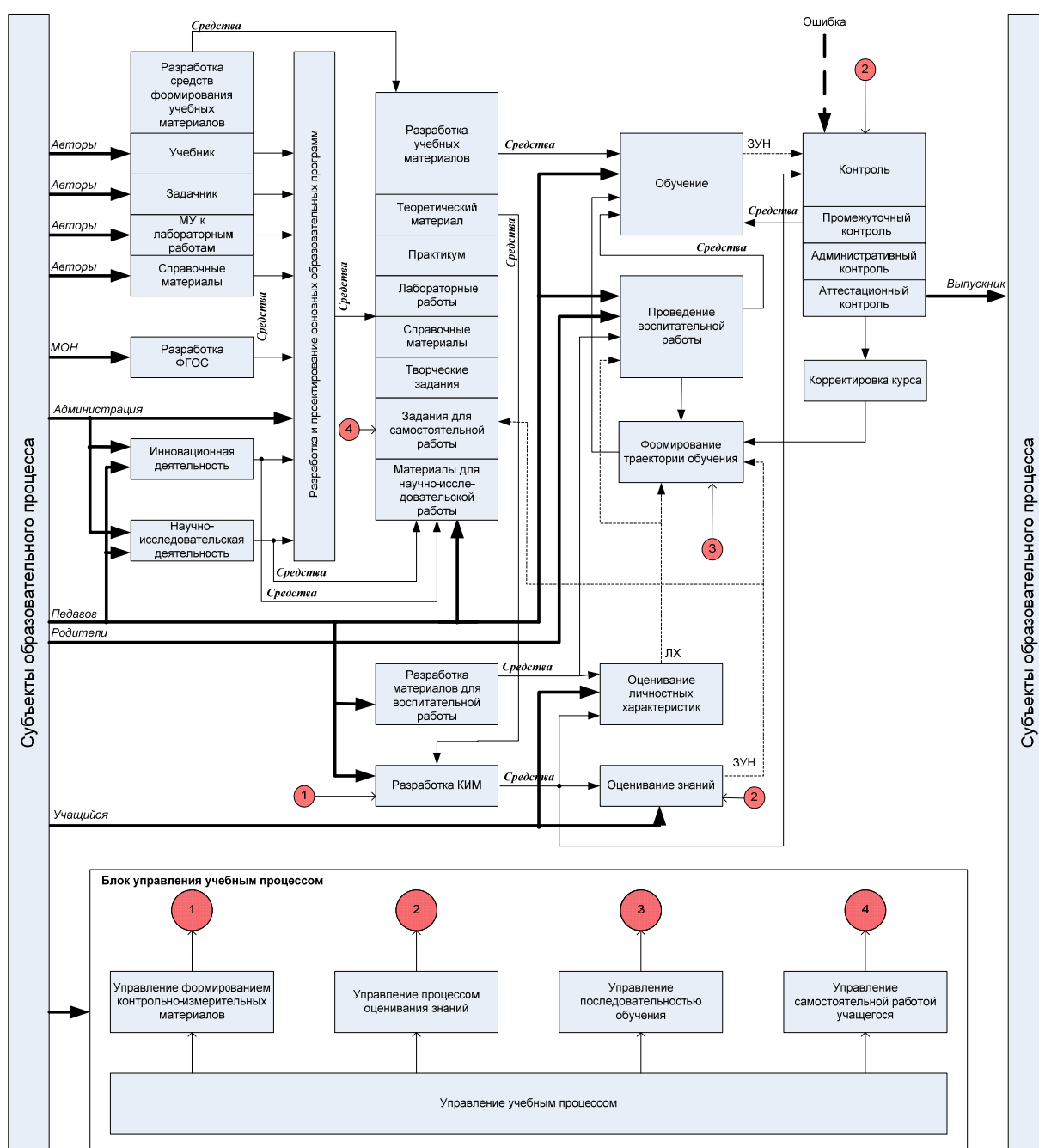


Рис. 1. Процесс обучения

Управляющие воздействия на процессы на схеме обозначены кружочками.

С математической точки зрения любой процесс можно представить в виде соотношения [3]:

$$Y = f(X),$$

где X – матрица входных данных системы, Y – матрица выходных данных системы, f – функция, которая отвечает за соотношения, связывающие входные и выходные данные.

Для удобства дальнейшей работы представим процесс обучения в виде функциональной схемы (рис. 2).

Введем обозначения для математического описания процесса обучения:

$X = \{X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9\}$ – входные данные системы, $X1$ – знания авторов учебников, $X2$ – знания авторов задачников, $X3$ – знания авторов методических указаний для лабораторных работ, $X4$ – знания авторов справочных материалов, $X5$ – требования министерства образования и науки к знаниям учащегося, $X6$ – требования администрации к знаниям учащегося, $X7$ – знания и опыт педагога, $X8$ – знания и опыт родителей, $X9$ – знания учащегося. $Y = \{Y1, Y2, Y3, Y4\}$ – матрица выходных данных системы, $Y1$ – знания, умения и навыки учащегося, полученные в результате обучения, $Y2$ – оценка знаний учащегося, $Y3$ – личностные характеристики учащегося, измененные в результате обучения, $Y4$ – статистические сведения.

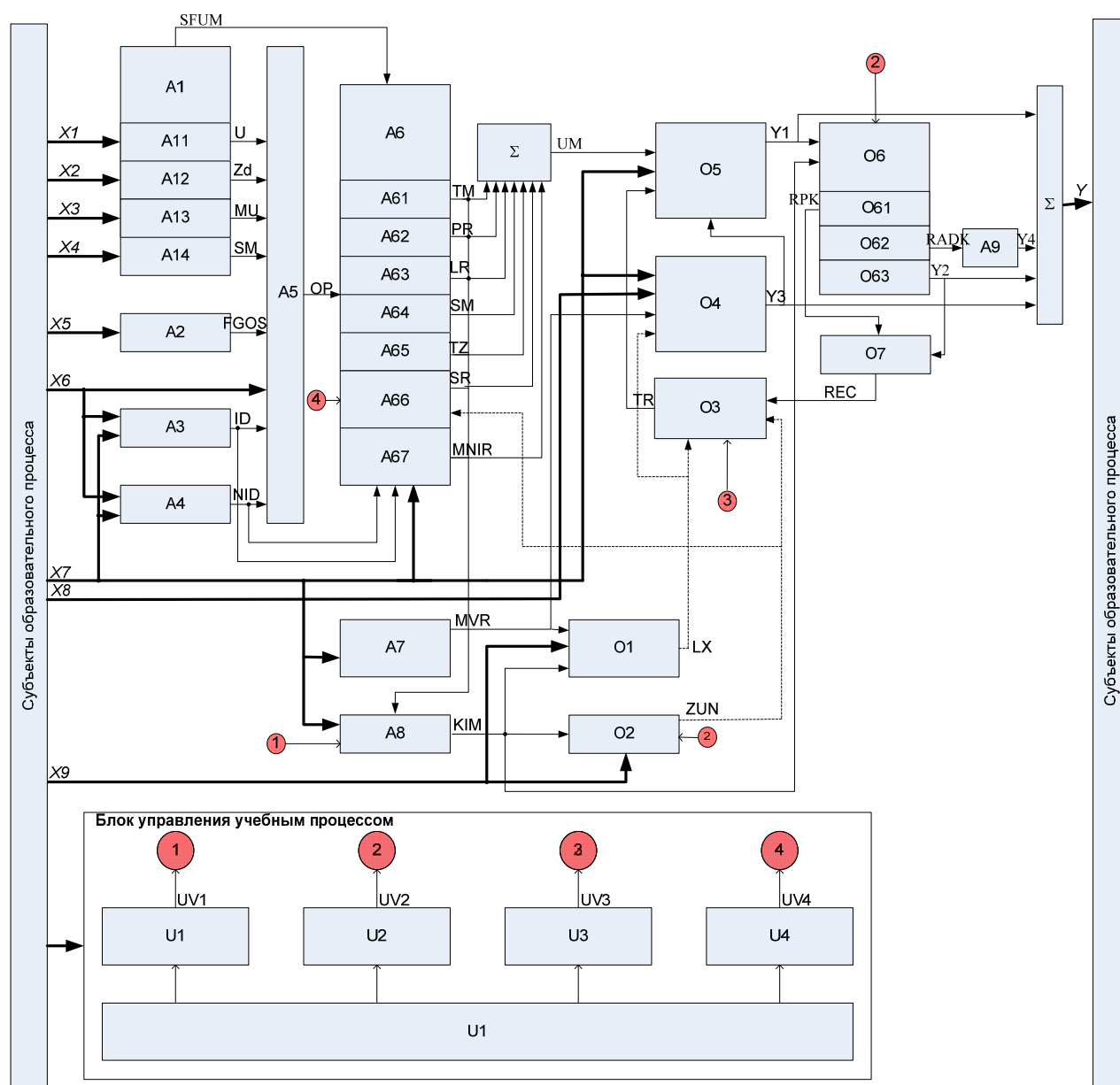


Рис. 2. Функциональная схема процесса обучения

Все функции, описывающие процессы, происходящие в системе, разделим на 3 большие группы:

1) **А** – правила, по которым происходит формирование средств процесса обучения;

2) **О** – правила, по которым происходит процесс обучения;

3) **У** – правила, формирующие управляющие воздействия.

1. Правила, по которым происходит формирование средств процесса обучения:

A1 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка средств для формирования учебных материалов **SFUM**:

$$SFUM = U + Zd + MU + SM,$$

здесь: **U** – учебники, которые разрабатываются на основе знаний авторов:

$$U = A11(X1),$$

Zd – задачки, которые разрабатываются на основе знаний авторов:

$$Zd = A12(X2),$$

MU – методические указания к лабораторным работам, которые разрабатываются на основе знаний авторов:

$$MU = A13(X3),$$

SM – учебники, которые разрабатываются на основе знаний авторов:

$$SM = A14(X4).$$

A2 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка федеральных государственных образовательных стандартов на основе требований **МОН FGOS**:

$$FGOS = A2(X5).$$

A3 – набор правил, в соответствии с которыми происходит получение результатов инновационной деятельности администрации и педагога **ID**:

$$ID = A3(X6, X7).$$

A4 – набор правил, в соответствии с которыми происходит получение результатов научно-исследовательской деятельности администрации и педагога **NID**:

$$NID = A4(X6, X7).$$

A5 – набор правил, в соответствии с которыми происходит получение образовательной программы **OP**:

$$OP = A5(X6, SFUM, FGOS, ID, NID).$$

A6 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка учебных материалов **UM** на основе средств формирования учебных материалов, знаний педагога, образовательной программы, а также результатов инновационной и научно-исследовательской деятельности:

$$UM = A6(SFUM, X7, OP, ID, NID),$$

$$UM = TM + PR + LR + TZ + SR + MNIR:$$

TM – теоретические материалы:

$$TM = A61(SFUM, X7, OP, ID, NID),$$

PR – материалы для практических работ:

$$PR = A62(SFUM, X7, OP, ID, NID),$$

LR – материалы для лабораторных работ:

$$LR = A63(SFUM, X7, OP, ID, NID),$$

TZ – материалы для творческих работ (для творческих работ могут использоваться материалы, выходящие за рамки образовательной программы, а из средств формирования учебных материалов используются в первую очередь справочные материалы):

$$TZ = A64(SM, X7, ID, NID),$$

SR – задания для самостоятельной работы, возможно управление формированием заданий для самостоятельной работы с помощью управляющего воздействия **UV4**, задания составляются на основе знаний, умений и навыков учащегося **ZUN**:

$$SR = A65(SM, X7, ID, NID, ZUN, UV4),$$

MNIR – материалы для научно-исследовательских работ (могут использоваться материалы, выходящие за рамки образовательной программы, а из средств формирования учебных материалов используются в первую очередь справочные материалы):

$$MNIR = A66(SM, X7, ID, NID).$$

A7 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка материалов для воспитательной работы **MVR**:

$$MVR = A7(X7).$$

A8 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка контрольно-измерительных материалов **KIM**:

$$KIM = A8(X7, TM, PR, LR),$$

при этом, так как было сделано предположение о возможности управления характеристиками контрольно-измерительных материалов, то необходимо ввести управляющее воздействие **UV1**:

$$KIM = A8(X7, TM, PR, LR, UV1).$$

A9 – набор правил, в соответствии с которыми происходит формирование статистической отчетности по результатам обучения Y4 на основании результатов административного контроля знаний учащегося RADK:

$$Y4 = A9(RADK).$$

2. Правила, по которым происходит процесс обучения:

O1 – правила оценивания входных личностных характеристик учащегося LX:

$$LX = O1 (MVR, KIM, X9).$$

O2 – правила оценивания входных знаний, умений и навыков учащегося ZUN:

$$ZUN = O2 (KIM, X9).$$

O3 – правила формирования индивидуальной траектории обучения на основе знаний, умений и навыков учащегося ZUN, его личностных характеристик LX, рекомендаций по корректировке курса (если таковые имеются) REC:

$$TR = O3 (ZUN, LX, REC),$$

при этом формирование траектории обучения чаще всего требует управляющего воздействия для оптимизации этого процесса, поэтому:

$$TR = O3 (ZUN, LX, REC, UV3).$$

O4 – правила, в соответствии с которыми происходит процесс изменения личностных характеристик обучаемого Y3 в соответствии с требованиями педагога X7 и родителей X8:

$$Y3 = O4 (X7, X8, MVR, LX).$$

O5 – правила, в соответствии с которыми происходит процесс изменения знаний, умений и навыков обучаемого Y1 в соответствии с требованиями педагога X7, учебными материалами и траекторией обучения:

$$Y1 = O5 (X7, UM, TR, Y3).$$

O6 – правила, в соответствии с которыми происходит оценивание знаний, умений и навыков учащегося:

RPK – результаты промежуточного контроля учащегося:

$$RPK = O61 (Y1, KIM),$$

RADK – результаты административного контроля учащегося:

$$RADK = O62 (Y1, KIM),$$

Y2 – результаты аттестационного контроля учащегося (оценка):

$$Y2 = O63 (Y2, KIM).$$

Поскольку ранее было предположено, что процессом оценивания знаний можно управлять, необходимо добавить управляющее воздействие UV2:

$$\begin{aligned} RPK &= O61 (Y1, KIM, UV2), \\ RADK &= O62 (Y1, KIM, UV2), \\ Y1 &= O63 (Y2, KIM, UV2). \end{aligned}$$

O7 – правила, в соответствии с которыми происходит корректировка индивидуальной траектории обучения TR, в результате этого процесса формируется система рекомендации по изменению траектории:

$$REC = O63 (Y2, RPK).$$

3. Правила, формирующие управляющие воздействия:

U1 – набор правил, в соответствии с которым происходит формирование управляющего воздействия на процесс формирования контрольно-измерительных материалов;

U2 – набор правил, в соответствии с которым происходит формирование управляющего воздействия на процесс оценивания знаний;

U3 – набор правил, в соответствии с которым происходит формирование управляющего воздействия на процесс формирования последовательности обучения;

U4 – набор правил, в соответствии с которым происходит формирование управляющего воздействия на процесс разработки заданий для самостоятельной работы учащегося.

Определим элементы, вносящие неопределенность в принятие решений в ходе процесса обучения: нечеткость оценивания знаний, нечеткость определения уровня сложности заданий, нечеткость оценивания личностных характеристик учащегося, нечеткость при формировании индивидуальной траектории обучения.

Для простоты обозначения на схеме процесса обучения назовем такие неопределенности ошибками по аналогии с ошибками в передаче сигналов. Учет неточности в процессах требует введения дополнительных управляющих процессов для снижения влияния погрешности на результаты обучения.

Обозначим величины ошибок: E1 – нечеткость оценивания характеристик КИМ, E2 – нечеткость оценивания знаний, умений и навыков учащегося, E3 – нечеткость оценивания личностных характеристик учащегося, E4 – нечеткость при формировании индивидуальной траектории обучения.

С учетом возникающей неточности необходимо ввести новые правила, учитывающие нечеткость в

тех механизмах, которые уже есть (UV1, UV2, UV3), а также ввести новые управляющие воздействия, реализующие нечеткие правила оценивания личностных характеристик (UV5).

KIM = A8(X7, TM, PR, LR, UV1, E1),

$$\text{ZUN} = \text{O2 (KIM, X9, E2, UV2)},$$

$$Y1 = O5 (X7, UM, TR, E2, UV2),$$

RPK = O61 (Y1, KIM, E2, UV2),

RADK = O62 (Y1, KIM, E2, UV2),

$$Y2 = O63(Y1, KIM, E2, UV2),$$

LX = 01 (MVR, KIM, X9, E3, UV5),

TR = 03 (ZUN, LX, REC, E4, UV3).

С учетом введенных поправок схема процесса управления будет выглядеть следующим образом (рис. 3).

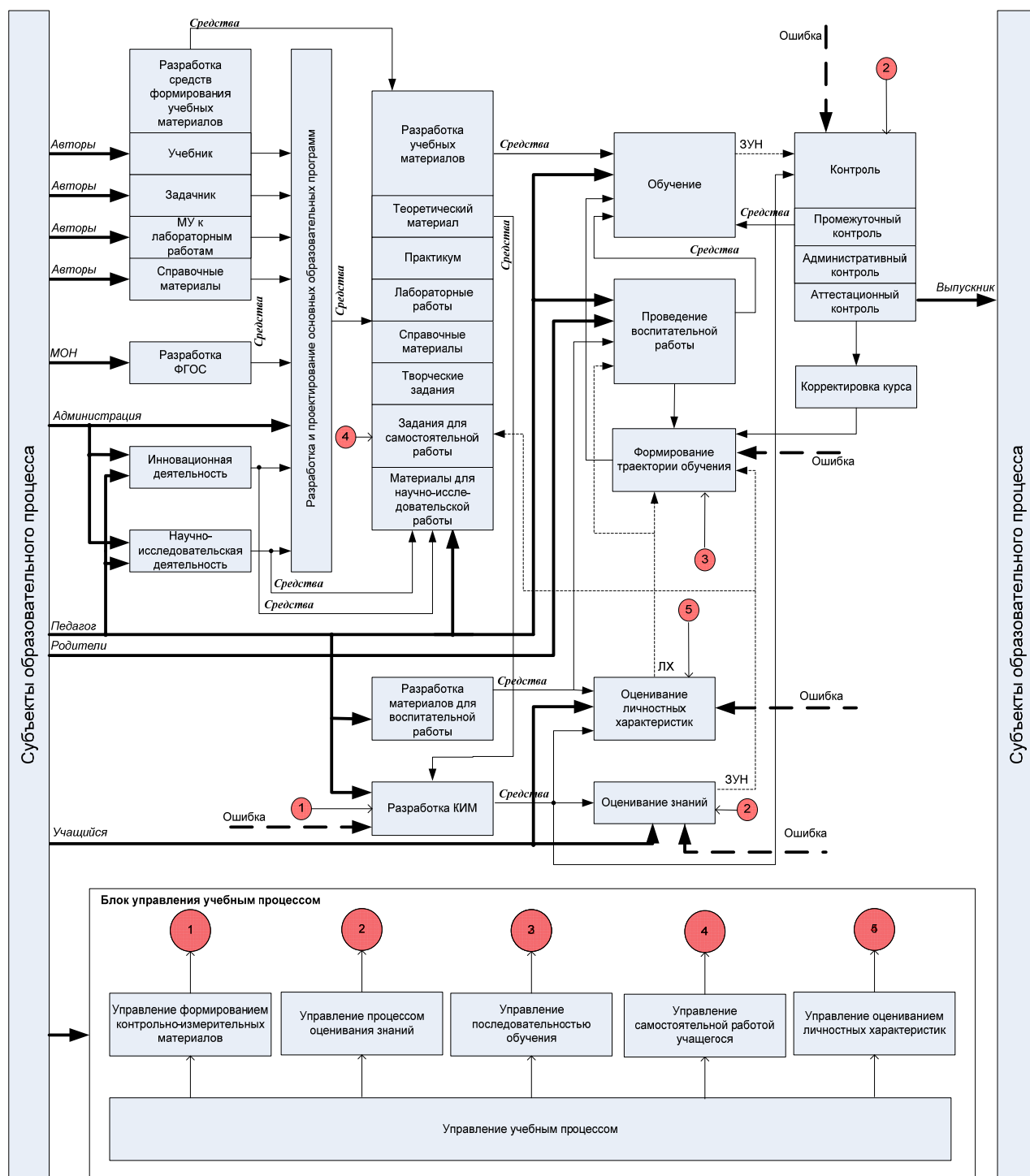


Рис. 3. Схема процесса управления

С точки зрения управления учебным процессом интерес представляют следующие наборы правил:

- 1) А65 – правила для формирования заданий для самостоятельной работы;
- 2) А8 – набор правил, в соответствии с которыми происходит разработка контрольно-измерительных материалов КИМ;
- 3) О1 – правила оценивания личностных характеристик учащегося;
- 4) О2, О6 – правила оценивания знаний, умений и навыков учащегося;
- 5) О3 – правила формирования индивидуальной траектории обучения;
- 6) О7 – правила, в соответствии с которыми происходит корректировка индивидуальной траектории обучения.

Выводы.

В ходе исследования была разработана диаграмма процесса обучения, в основу которой легла идея о необходимости управления учебным процессом в рамках дистанционного или электронного обучения. На основе диаграммы была разработана функциональная схема процесса обучения, которая позволила выделить входные и выходные данные каждого блока в процессе обучения, а также установить взаимосвязи между этими данными. Особенность предлагаемой модели заключается в попытке выявить про-

цессы, которыми можно управлять: формирование заданий для самостоятельной работы, разработка контрольно-измерительных материалов, оценивание личностных характеристик учащегося, оценивание знаний, умений и навыков учащегося, формирование индивидуальной траектории обучения, корректировка индивидуальной траектории обучения. Вторая особенность разработанной модели – определение элементов, вносящих неопределенность в принятие решений в ходе процесса обучения: нечеткость оценивания знаний, нечеткость определения уровня сложности заданий, нечеткость оценивания личностных характеристик учащегося, нечеткость при формировании индивидуальной траектории обучения.

Литература

1. Новиков, Д. А. Введение в теорию управления образовательными системами / Д. А. Новиков. – М., 2009.
2. Павлова, Л. Н. Функции педагогического управления ученическим коллективом: иерархия, управленческая компетентность, условия реализации / Л. Н. Павлова // Современные научные исследования и инновации. – 2013. – №10. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/10/27928> (дата обращения: 25.06.2015).
3. Рыжкова, М. Н. Подход к моделированию процесса обучения в средней школе / М. Н. Рыжкова // Открытое и дистанционное образование. – 2014. – №4. – С. 62–68.

УДК 691.3

В. П. Сеничев, Л. М. Воронай, Ю. Р. Осипов
Вологодский государственный университет,
С. А. Шлыков

Вологодский институт права и экономики ФСИН России

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АРБОЛИТА

В статье приведены результаты исследования древесно-цементного композита арболит. Установлено влияние размера частиц древесного заполнителя на массу, плотность, коэффициент теплопроводности, тепловое сопротивление и механическую прочность арболита. Определен характер и отличительные особенности разрушения данного композита. Установлены технологические параметры для получения оптимальных физико-механических показателей арболита. Предложена практическая замена части дорогостоящего заполнителя на более дешевый и легкодоступный материал.

Древесно-цементный композиционный материал, арболит, физико-механические характеристики, коэффициент теплопроводности, характер разрушения арболита.

The article presents the results of a study of wood-cement composite, *arbolite*. The effect of particle size of wood filler on the mass, density, thermal conductivity, thermal resistance and mechanical strength of the cement wood is determined. The nature and distinctive features of the fracture of the composite is defined. Technological parameters for obtaining optimal physical and mechanical properties of the cement wood are established. Practical replacement of the part of expensive filler to cheaper and more available material is proposed.

Wood-cement composite material, cement wood, physical and mechanical characteristics, thermal conductivity, fracture of the cement wood.

Введение.

В настоящее время значительным резервом повышения эффективности строительства является

снижение материалоемкости и использование вторичных ресурсов при производстве строительных материалов и конструкций. Условиями развития