

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОУПРАВЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Прошин Д.И.<sup>1</sup>, Руденко Н.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Россия (ПензГТУ 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул.Гагарина, д.1А/11), e-mail: rnn19@mail.ru

Статья посвящена математическому моделированию образовательного процесса в вузе по организационно-экономическому компоненту вектора знаний специальности. Авторы предлагают метод математического моделирования процесса управления познавательной деятельностью обучающегося посредством повышения его уровня самоорганизации и самообучения при непрерывном снижении степени явного участия преподавателя в управлении обучением. Предложена многоуровневая структура математической модели познавательной деятельности обучающегося как преобразователя информации, активно взаимодействующего с окружающей средой с целью получения требуемой ему информации и являющегося инициатором такого взаимодействия. На каждом уровне математической модели определено содержание задач, решаемых обучающимся, по организационно-экономическому компоненту вектора знаний. На каждом слое дано математическое описание механизма управления познавательной деятельностью с использованием интеллектуального оператора обучающегося и построены соответствующие диаграммы.

Ключевые слова: математическое моделирование познавательной деятельности, самоуправление обучающегося процессом самоорганизации и самообучения, математическое описание механизма познавательной деятельности, задачи каждого уровня математической модели.

## MATHEMATIC MODELING OF SELF-MANAGING TO BEING TAUGHT STUDENTS BY EDUCATIONAL PROCESS IN HIGH-SCHOOL SYSTEMS

Proshin D.I.<sup>1</sup>, Rudenko N.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Penza State Technological University, Penza, Russia (440039, Penza, Baidukova / Gagarina str., 1A / 11), e-mail: rnn19@mail.ru

The article is devoted to mathematical modeling of educational process in high school along the organizingly-economic component of knowledge vector of professional specialization. The authors offer the method of mathematical modeling of managing process by cognition of a being taught person due to increasing the personal level of self-organization and self-education as well as to the permanent decreasing of alive teacher's participation in study management. Multilevel structure has been supported as a mathematical model of cognition of being taught person as one who reforms the given information, is actively touched with surrounded area aimed to get the demanded information and being the initiator of the same coactions. Along with this point of view on every level of mathematical modeling the content of the tasks is particularly determined, have been fulfilled among being taught persons within organizingly-economic component of knowledge vector. On every layer the mathematical description is given as mechanism of management of cognition as well as proper illustrating diagrams are built.

Keywords: mathematical modeling of cognition, self-managing of a being taught person by self-organization and self education, mathematical description of mechanism of cognition, the tasks on every level of mathematical modeling.

Для математического моделирования процесса самообучения рассмотрена мотивация обучающегося для получения знаний по организационно-экономическому компоненту вектора знаний. Современные требования к конечному результату профессиональной подготовки в вузе – это подготовленный квалифицированный специалист, готовый применить полученные знания, умения и навыки на конкретном предприятии, в конкретной ситуации. В связи с переходом страны к рыночным отношениям и проводимыми реформами профессионально подготовленный выпускник среди прочих задач должен уметь решать вопросы экономики и управления [10]. Практически во всех дисциплинах специальности

рассматриваются организационно-экономические вопросы, присущие данному предмету. Профессиональная подготовка в вузе распределена как во времени, так и в пространстве и объединяет множество дисциплин, методик, моделей обучения [2], при этом особое значение приобретает познавательная деятельность обучающегося, определяемая мотивацией и позволяющая ему овладевать необходимыми знаниями [6].

### Основные положения

Учебный процесс по подготовке профессионала в рамках методологии [1] рассматривается как целостная система управления образовательным процессом по единому интегрированному вектору знаний  $\bar{V} = [v_1 v_2 v_3 v_4 v_5]^T$  на всех стратах обучения. Учебный процесс распределён во времени, информация по отдельным дисциплинам передаётся в отдельные промежутки времени – занятия, что позволяет рассматривать учебный процесс как совокупность отдельных этапов, на которых особое значение приобретает управление познавательной деятельностью обучающегося посредством повышения его уровня самоорганизации и самообучения при непрерывном снижении степени явного участия преподавателя в управлении обучением [1, 6, 8].

С учётом факторов восприятия и забывания, структура математической модели познавательной деятельности обучающегося может быть представлена следующим образом (рис. 1) [3, 6]:

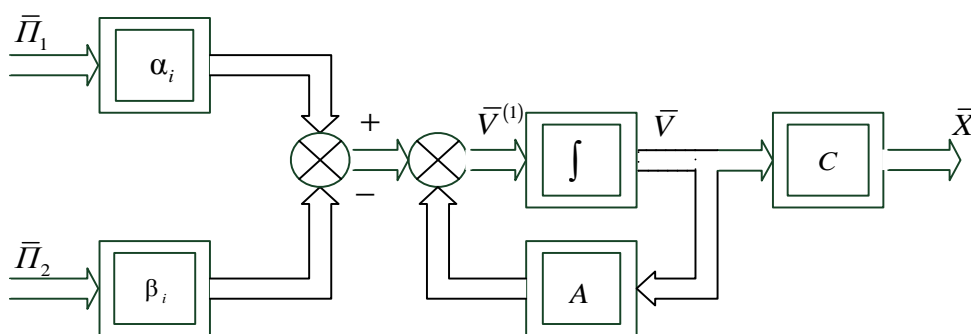


Рис. 1. Структура модели познавательной деятельности обучающегося

Коэффициенты  $\alpha_i$  позволяют учесть интенсивность восприятия информации по каждому компоненту вектора знаний в каждом предмете,  $P_1$  – интенсивность и время обучения,  $\beta_i$  – интенсивность забывания информации по каждому компоненту в каждом предмете,  $P_0$  – функция забывания  $P_0 = F(\bar{X}, t)$ , матрица  $A$  – характеризует механизм и скорость усвоения знаний,  $C$  – свёртка компонентов вектора знаний в единую оценку  $\bar{X}$ .

Каждый из группы обучающихся, усваивает только субъективную часть информации, обусловленную мотивацией и соответствующую его интересам, наклонностям,

способностям, работоспособности, знаниям, умениям, трудолюбию, накопленному опыту, уровню подготовки [1, 2, 6].

Специфическая особенность обучающегося как преобразователя информации проявляется в том, что он не является пассивным приёмником, воспринимающим с помощью органов чувств информацию от окружающей среды, а активно взаимодействует с окружающей средой с целью получения требующейся ему информации и является инициатором такого взаимодействия.

С точки зрения управления процессом обучения функции самоуправления обучающимся  $\bar{U}^0$  можно выделить и распределить по уровням: – мотивация  $\bar{U}_4^0$ , – критерии оценки знаний  $\bar{U}_3^0$ , – цели и задачи обучения  $\bar{U}_2^0$ , – методология обучения  $\bar{U}_1^0$ , – содержание предмета изучения  $\bar{U}_0^0$  и представить обучающегося как многоуровневую (многослойную) систему управления [3, 4, 5].

Математическую модель многоуровневой (многослойной) системы управления самообучением построим для организационно-экономического компонента ( $v_4$ ) вектора знаний.

Нижний уровень управления – содержание предмета изучения: основные экономические вопросы и задачи управления производственными процессами, основные задачи проведения технико-экономических расчётов, критерии технико-экономической эффективности управления, технико-экономические расчёты по оценке технико-экономической эффективности отдельных агрегатов и систем в целом. Анализ образовательного процесса в пространстве вектора знаний показывает, что организационно-экономический компонент присутствует во всех учебных дисциплинах. Структура подготовки специалистов по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» по организационно-экономическому компоненту в пространстве состояний стратифицирована по предметам, изучаемым в каждом семестре, что позволяет получать непрерывные экономические знания и умение решать экономические вопросы при изучении дисциплин специальности на протяжении всего срока обучения [9, 10].

Математическая модель нижнего уровня управления включает замкнутый контур самообучения и самоконтроля уровня знаний в соответствии с множеством состояний  $\bar{V}$  прогнозируемых результатов познавательной деятельности  $\bar{X}$  обучающихся по предметно-содержательной составляющей знания  $R_0^0$  (рис. 2) [5, 7, 8, 9].

Механизм управления с использованием интеллектуального оператора обучающегося  $S_0^0$  в нулевом слое описывается выражением

$$T \times R_0^O \times V \times X \times Y_0 \xrightarrow{S_0^O} U_0^O \times T.$$

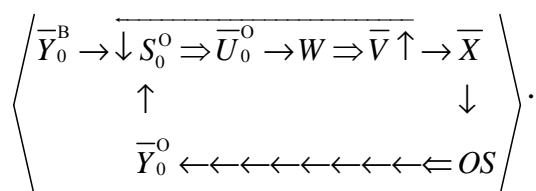


Рис. 2. Диаграмма управления предметно-содержательной составляющей знаний

Переменные на приведенной диаграмме представлены векторами состояния  $\bar{V}$ , выхода  $\bar{X}$ , управления  $\bar{U}_0^O$  и воздействия окружающей среды  $\bar{Y}_0$ . Операторы преобразования переменных обозначены:  $S_0^O$  – интеллектуальный оператор управления;  $W$  – оператор, отражающий динамические процессы управления познавательной деятельностью;  $OS$  – оператор, отражающий взаимосвязь обучающегося с окружающей средой. Двойные стрелки использованы для обозначения выходов операторов.

Динамическая часть, обозначенная  $W$ , задаётся в пространстве состояний уравнениями:

$$T \times \dot{V} = \{A \times T\}V \times T + \{B \times T\}U \times T;$$

$$T \times X = \{D \times T\}V \times T + \{E \times T\}U \times T.$$

Управление механизмом познавательной деятельности – первый уровень управления – совокупность методов, приёмов и способов познавательной деятельности, которыми владеет обучающийся – задаётся интеллектуальным оператором обучающегося  $S_1^O$  (рис. 3).

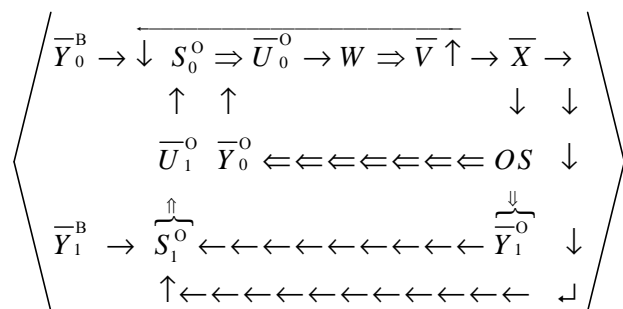


Рис. 3. Диаграмма управления механизмом познавательной деятельности

Большое значение здесь имеет общий уровень подготовки учащегося, желание приобретать знания и, конечно, влияние окружающей среды, которое может быть и положительным и отрицательным.

Изменение структуры и параметров внутреннего оператора  $S_0^O$  обеспечивает управляющее воздействие  $\bar{U}_1^O$  с выхода оператора  $S_1^O$ . Механизм управления  $S_1^O$  направлен на приспособление обучающегося к методологии обучения соответственно уровню знаний

обучающегося. Как и в любой другой деятельности человека, огромное значение имеет контроль, который в данном случае осуществляется анализом полученных результатов. Это могут быть и оценки, полученные за выполненные задания, и, что очень важно, самооценка результатов. На основании анализа происходит переоценка, коррекция, вариация способов обучения и может быть определено выражением

$$T \times R_1^0 \times X \times Y_1 \xrightarrow{s_1^0} U_1^0 \times T.$$

Коррекция структуры и параметров управляющего интеллектуального оператора  $S_0^0$  осуществляется управляющим воздействием  $\bar{U}_1^0$ .

$$T \times R_0^0 \times V \times X \times Y_0 \times U_1^0 \xrightarrow{s_0^0} U_0^0 \times T.$$

Следующий уровень управления познавательной деятельностью обучающегося – формирование критериев оценки знаний. В соответствии с компетенциями, которыми должен обладать обучающийся, производится коррекция тем и содержания организационно-экономической составляющей в изучаемых предметах, коррекции подлежат и методы освоения знаниями [3, 4, 6, 8]. Диаграмма этого уровня содержит три контура управления. Во внешнем контуре управления критериями оценки знаний находится интеллектуальный оператор  $S_2^0$ , на выходе которого формируются два управляющих воздействия:  $\bar{U}_{20}^0$  – управление предметно-содержательной компонентой обучения и  $\bar{U}_{21}^0$  – управление методологией познавательной деятельности обучения [6].

Механизм интеллектуального управления  $S_2^0$  во втором слое описывается выражениями

$$T \times R_2^0 \times X \times Y_2 \xrightarrow{s_2^0} \begin{cases} U_{20}^0 \times T \\ U_{21}^0 \times T \end{cases}.$$

$$T \times R_1^0 \times X \times Y_1 \times U_{21}^0 \xrightarrow{s_1^0} U_1^0 \times T;$$

$$T \times R_0^0 \times V \times X \times Y_0 \times U_1^0 \times U_{20}^0 \xrightarrow{s_0^0} U_0^0 \times T,$$

которые образуют математическую модель обучающегося как трёхслойную обучающуюся систему (рис. 4).

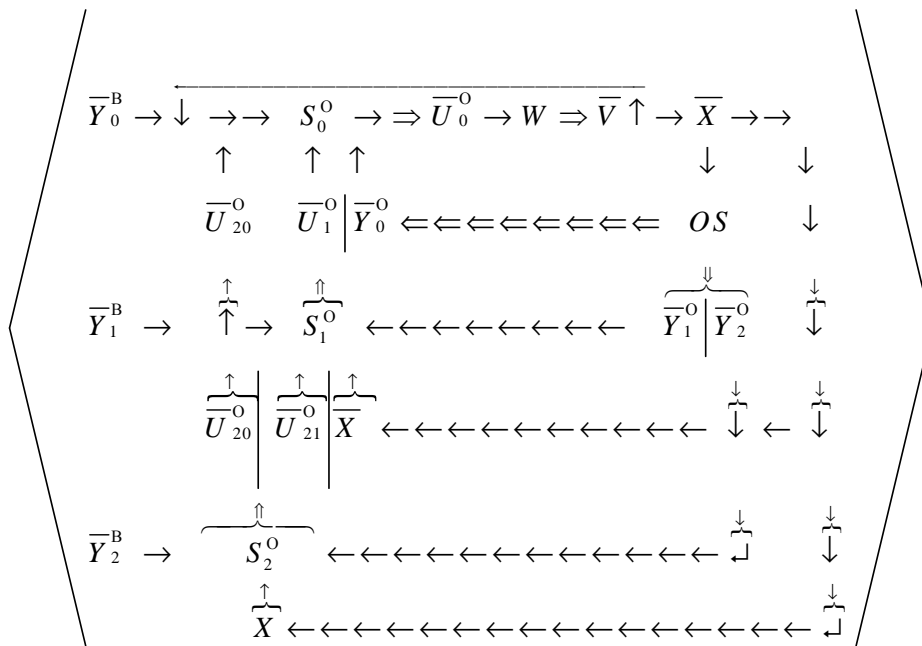


Рис. 4. Диаграмма управления критериями оценки знаний

Управление целями и задачами познавательной деятельности обучающегося может быть описано выражением

$$T \times R_3^O \times X \times Y_3 \xrightarrow{S_3^O} U_3^O \times T.$$

Здесь происходит синтез целей и задач управления познавательной деятельностью обучающегося – появляется четвёртый контур интеллектуального управления целями и задачами (рис. 5).

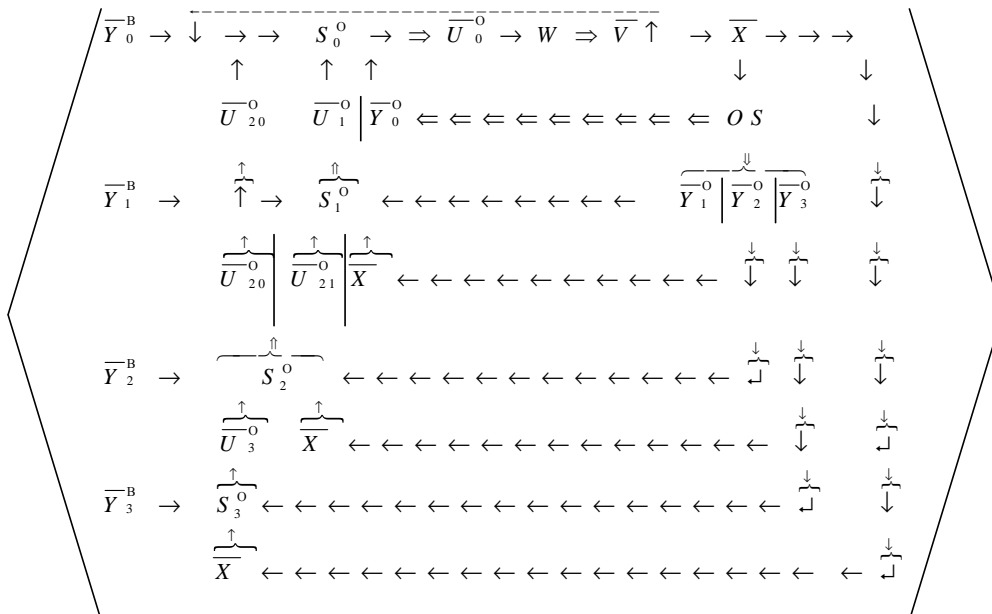


Рис. 5. Диаграмма управления целями и задачами

Математическая модель управляющей части обучающегося как четырёхслойной обучающейся системы включает в себя интеллектуальное управляющее воздействие  $U_3^O$ , формируемое в четвёртом контуре, которое направлено на управление третьим контуром

посредством воздействия на интеллектуальный оператор  $S_2^0$ . Таким образом, математическая модель этого контура имеет вид:

$$T \times R_3^0 \times X \times Y_3 \xrightarrow{S_3^0} U_3^0 \times T;$$

$$T \times R_2^0 \times X \times Y_2 \times U_3^0 \xrightarrow{S_2^0} \begin{cases} U_{20}^0 \times T \\ U_{21}^0 \times T \end{cases};$$

$$T \times R_1^0 \times X \times Y_1 \times U_{21}^0 \xrightarrow{S_1^0} U_1^0 \times T;$$

$$T \times R_0^0 \times V \times X \times Y_0 \times U_1^0 \times U_{20}^0 \xrightarrow{S_0^0} U_0^0 \times T.$$

Основная задача пятого контура – управление мотивацией обучающегося – знание и умение решать организационно-экономические вопросы и применять эти знания на практике. Посредством множества управляющих воздействий  $U_4^0$ , формируемых в пятом контуре интеллектуального управления, производится выбор целей и задач из множества вариантов интеллектуального управления (рис. 6).

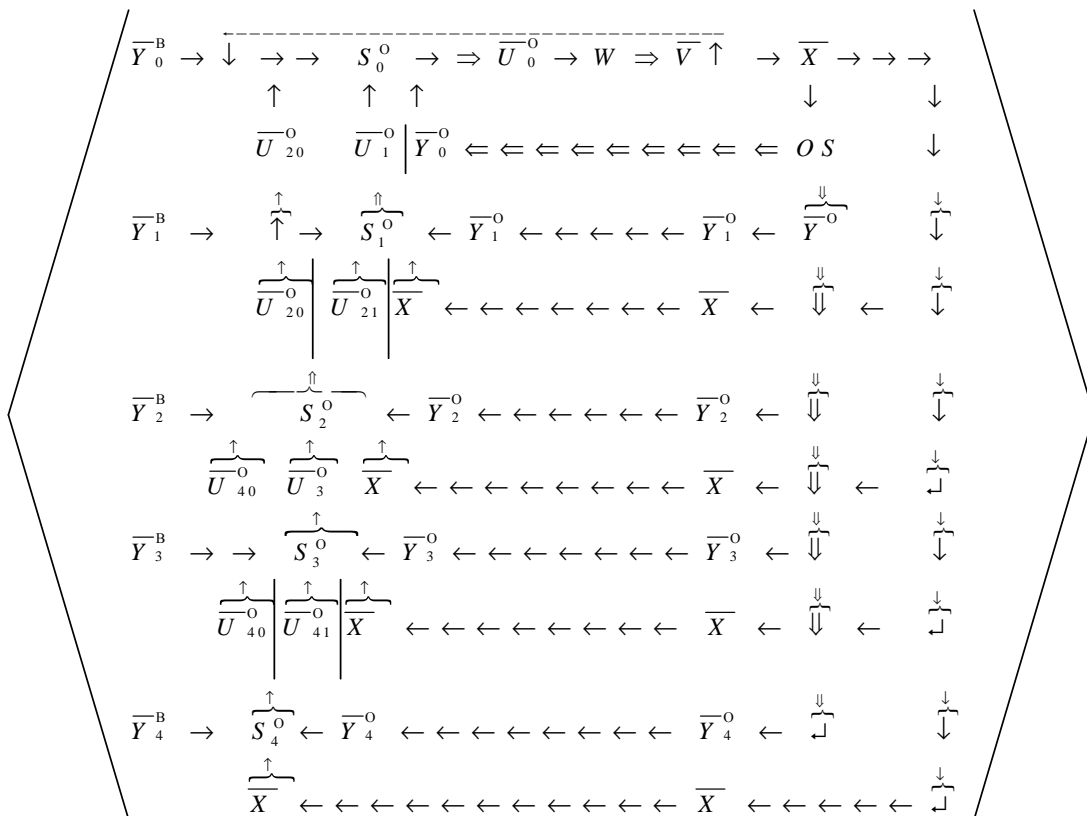


Рис. 6. Диаграмма управления мотивацией обучающегося

Математическая модель пятислойной структуры обучающегося с учётом его динамических особенностей описывается следующей системой выражений:

$$T \times R_4^0 \times X \times Y_4 \xrightarrow{S_4^0} \begin{cases} U_{40}^0 \times T \\ U_{41}^0 \times T \end{cases};$$

$$T \times R_3^0 \times X \times Y_3 \times U_{41}^0 \xrightarrow{s_3^0} U_3^0 \times T;$$

$$T \times R_2^0 \times X \times Y_2 \times U_3^0 \times U_{40}^0 \xrightarrow{s_2^0} \begin{cases} U_{20}^0 \times T \\ U_{21}^0 \times T \end{cases};$$

$$T \times R_1^0 \times X \times Y_1 \times U_{21}^0 \xrightarrow{s_1^0} U_1^0 \times T;$$

$$T \times R_0^0 \times V \times X \times Y_0 \times U_1^0 \times U_{20}^0 \xrightarrow{s_0^0} U_0^0 \times T;$$

$$T \times \dot{V} = \{A \times T\}V \times T + \{B \times T\}U \times T;$$

$$T \times X = \{D \times T\}V \times T + \{E \times T\}U \times T,$$

## Выводы

Управляющая часть обучающегося как многослойная интеллектуальная система представляет собой целостную многослойно распределённую интеллектуально управляемую систему, а совокупность управляющих воздействий различных слоёв образует единый внутренний вектор управляющих воздействий [7, 9].

Таким образом, многослойная математическая модель профессиональной самоподготовки обучающегося по организационно-экономическому компоненту вектора знаний образует вложенную структуру с подчинением каждого низшего уровня управления высшему.

## Список литературы

1. Прошин Д.И. Вектор знаний профессиональной подготовки в вузе // Современные образовательные технологии: Материалы II Международной заочной научно-методической конференции. Т. 1. – Пермь: ОТ и ДО, 2010. – С. 298–302.
2. Прошин Д.И. Интегрированный комплекс научных исследований и профессиональной подготовки в вузе / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ-2009): Труды VII Международной научно-практической конференции. Т. 2. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 445–451.
3. Прошин Д.И. Концепция построения интегрированных обучающих систем по вектору знаний / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Кибернетика и высокие технологии XXI века (С&Е-2010): Сб. статей XI Междунар. научно-технической конференции. Секция 2.6. – Воронеж: Воронежский гос. университет, 2010. – С. 877–889.
4. Прошин Д.И. Методология построения интегрированной системы профессиональной подготовки: Коллективная монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. – Книга 2. – С. 235–260.



5. Прошин Д.И. Модели профессиональной подготовки и их классификация // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24: Сб. трудов XXIV Междунар. науч. конф. Т. 9. Секции 9, 13. – Пенза: Пенз. гос. технол. академия, 2011. – С. 156–157.
6. Прошин Д.И. Образовательная система как объект управления познавательной деятельностью // Научно-технический вестник Поволжья. – 2011. - № 2.– С. 144–153.
7. Прошин Д.И. Построение математических моделей объектов исследования в условиях интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2009. - № 5. – С. 167–171.
8. Прошин Д.И. Принципы системной организации профессиональной подготовки в вузе / Д.И. Прошин, Р.Д. Прошина // Педагогическое образование и наука. – 2009. - № 10. – С. 76–79.
9. Прошин Д.И. Профессиональная подготовка на базе интегрированных комплексов сетевых автоматизированных лабораторий / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Современные образовательные технологии: Материалы II Международной заочной научно-методической конференции. Т. 1. – Пермь: ОТ и ДО, 2010. – С. 306–310.
10. Прошин И.А. Формирование организационно-экономического компонента вектора знаний по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. - №2. – С. 90–95.

**Рецензенты:**

Кошев А.Н., д.х.н., профессор кафедры «Информационно-вычислительные системы» ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза;  
Мачнев В.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Основы конструирования механизмов и машин» ФБГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», г. Пенза.