

КОНОПАЦКИЙ Д.А., ЛОБАТЫЙ А.А.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей применения систем поддержки принятия решений при создании автоматизированных интеллектуальных систем управления образовательными процессами. Проводится обоснование принципов и методик синтеза интеллектуальной системы, особенностей применения различных математических моделей регуляторов, их достоинств и недостатков. Сделан обоснованный вывод о том, что применение традиционных подходов, основанных на использовании теоретических положений классической теории автоматического управления применительно к синтезу систем управления социальными системами, к которым относятся системы управления образовательными процессами, не позволяет достичь желаемого результата. Предложено при построении системы управления образовательным процессом использовать принципы и методы построения интеллектуальных систем, основное отличие которых состоит в том, что система сама синтезирует цель управления на основе внешних условий, имеющейся в системе базы знаний и мотивации к задачам функционирования системы. Рассматривается построение системы поддержки принятия решений как элемента управляющего блока, основным элементом которого является человек – руководитель (преподаватель), осуществляющий непосредственное управление объектом, которым является также человек – обучаемый (ученик, студент, слушатель). Предложена структурная схема построения интеллектуальной системы управления информационными потоками образовательного процесса и модель воздействия на объект управления. Основой системы управления является динамическая экспертная система, осуществляющая прогнозное моделирование результатов управляющего воздействия, формируемого на основе теории нечетких множеств. Приведен пример моделирования управления информационным потоком, демонстрирующий качественную картину происходящих в системе процессов с учетом внешних воздействий на объект управления.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, образовательный процесс, система поддержки принятия решений, информационный поток

Введение

Понятие (термин) «управление» присутствует практически во всех сферах человеческой деятельности. При различных широких толкованиях этого понятия его смысл сводится к тому, что управление — это целенаправленное воздействие на объект. Теория управления как часть группы наук, основанных на математическом моделировании процессов и систем, под общим названием «кибернетика» наибольшее развитие получила в областях технических наук, так как практически все математические модели технических систем основаны на хорошо известных и апробированных законах физики (механика, электрика, гидравлика и т.д.). Это принципиально отличает техническую кибернетику от экономической кибернетики, военной, социальной и прочих, математические модели которых, как правило, разработаны на основе результатов наблюдений и не подтверждаются исследованиями в областях фундаментальных наук (физика, химия и прочие).

Интенсивное развитие информационных систем и технологий привело к появлению и широкому

использованию таких понятий, как «интеллектуальная система», «искусственный интеллект». Несмотря на различное толкование этих терминов, принципы практического использования, их основной смысл сводится к тому, что они подразумевают наличие возможности с помощью технических средств реализовать некоторые элементы мыслительной, творческой деятельности, которая присуща только умственной деятельности человека.

В теории управления перспективным является направление, получившее название «интеллектуальные системы управления», способные синтезировать цель управления, принимать решение к действию, обеспечивать действие для достижения цели, прогнозировать значения параметров результата действия и сопоставлять их с реальными, образуя обратную связь, корректировать цель или управление [1].

Принципиальное отличие интеллектуальной системы управления от традиционных систем автоматического управления (САУ) состоит в том, что при синтезе цели управления системой учитывается изменяющееся собственное состояние системы

управления, окружающая среда и мотивация, которая подразумевает изначально заложенные в систему управления неизменные принципы, определяющие смысл предназначения и существования управляемой интеллектуальной системы.

Интеллектуальная система управления

Структура интеллектуальной системы управления (ИСУ), её составляющие элементы основаны на результатах исследований систем функционирования живых организмов, в том числе и человека. В общем случае её структурная схема имеет вид, представленный на рис. 1.

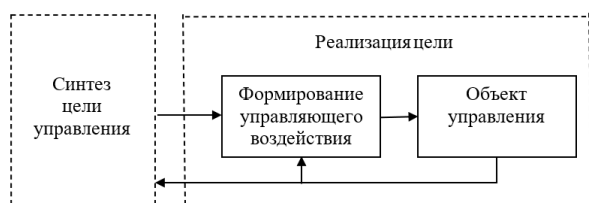


Рисунок 1. Структурная схема интеллектуальной системы управления

В работе [2] дано следующее определение: цель – идеальное, мысленное предвосхищение результата деятельности. Иными словами, синтез цели управления представляет собой формирование некоторого основного свойства (качества), которое должно обеспечить интеллектуальная система управления. Если ставить задачу формализации этого свойства (качества) как представление его в виде, удобном для решения, то это может означать математическое обоснование (выбор) целевой функции или функционала качества, обеспечение экстремума (максимума или минимума, в зависимости от задачи), которого требуется обеспечить с помощью реализации управления. Для этого используется соответствующая база знаний: фактуальных (база данных), алгоритмических и, что особенно важно, концептуальных знаний, основанных на законах фундаментальных наук об окружающем мире.

Несмотря на технический прогресс и достижения в развитии микроэлектроники, для того чтобы решить задачу синтеза цели непосредственно в ИСУ, требуются мощные информационные системы и технологии. В то же время технологии Интернета позволяют использовать внешние, не входящие непосредственно в состав ИСУ, базы знаний на основе облачных технологий [3] и технологий блокчейн [4]. Кроме того, существуют доступные технологии искусственного интеллекта на основе обучаемых нейронных сетей [5]. Комплексное использование этих технологий позволит решать задачи синтеза цели для ИСУ различного предназначения.

Особенностью ИСУ является также обязательное наличие в ней элемента, который называется динамической экспертной системой (ДЭС) [2, 6], которая на основе заданной цели и знаний о собственном состоянии и окружающей среде вырабатывает управление (действие) и прогнозирует результат (моделирует процесс управления).

Построение ДЭС как модели системы автоматического управления может быть основано на различных принципах и методах теории автоматического управления. В составе ДЭС ключевым элементом является регулятор – элемент, формирующий управляющее действие (управление) на основе входной информации. Если элементы САУ представлены в виде математической модели (адекватно формализованы), то для решения задачи синтеза регулятора существуют методы классической и современной теории автоматического управления. Однако, для сложных, трудноформализуемых и неформализуемых задач синтеза управления необходимо применять методы, не требующие строгих математических решений. К числу таких методов следует отнести получившие успешное развитие методы нечетких регуляторов, основанные на теории нечеткой логики.

В автоматической ИСУ синтезированное в ДЭС управление преобразуется в соответствующий сигнал для исполнительных устройств системы. В автоматизированной ИСУ окончательное решение о действии принимает человек – лицо, принимающее решение (ЛПР), для которого ДЭС вырабатывает рекомендации по принятию соответствующего решения. Таким образом, структурную схему формирования управляющего воздействия можно представить в следующем виде (рис. 2). Элементы, формирующие рекомендации для ЛПР, объединены в отдельную группу, которая называется системой поддержки принятия решений (СППР).

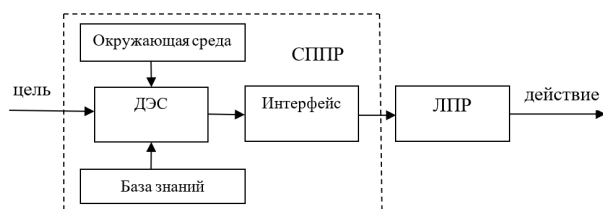


Рисунок 2. Структурная схема формирования управляющего воздействия

СППР представляет собой удобное с точки зрения эргономики представление рекомендаций для ЛПР. Это, как правило, визуальное представление этих рекомендаций (интерфейс) в привычной для человека форме, например, на экране монитора.

Управление образовательным процессом

Среди различных в широком смысле систем управления, в которых интенсивно внедряются информационные системы и технологии, следует выделить образовательные системы (от начального образования до высшего и далее) [7]. В отличие от таких сфер, как экономика, здесь объектом управления является человек–ученик (обучаемый), который должен приобретать в процессе обучения определенный набор (совокупность, множество) знаний, умений и навыков.

Многолетний опыт применения в образовательном процессе информационных систем, в том числе – технологий дистанционного обучения [8], показывает, что присутствие в этом процессе человека-преподавателя существенно повышает эффективность образовательного процесса. Опытный педагог, человек-преподаватель не только доводит до обучающихся необходимую информацию, но и учитывает при проведении занятий индивидуальные интеллектуальные и психологические особенности обучающихся, воздействует на аудиторию интеллектуально и психологически.

Создание полной компьютерной модели ДЭС и СППР достаточно трудоёмко. Рассмотрим в каче-

стве примера качественную упрощенную модель управления объемом информации, которая необходима для усвоения обучающимися.

Пусть в качестве управляемой переменной образовательного процесса рассматривается информационный поток, воздействующий на обучаемого. Его объем определяется соответствующими компьютером [10] рассмотрена задача оптимизации информационных потоков образовательного процесса. Для учета динамики прохождения информационного потока образовательного процесса введем в рассмотрение понятие «условная временная единица» (УВЕ), в качестве которой рассмотрим, например, академический час (45 минут). В качестве регулятора ДЭС используем нечеткий регулятор [11] с обратной связью по скорости. На рисунках 3 и 4 представлены схемы канала управления и воздействия внешней помехи, выполненные в среде моделирования динамических систем SiminTech.

В качестве внешней помехи рассматривается периодическое пилообразное снижение уровня усвоения обучаемым полезной информации, обусловленное, например, промежутками (пропусками) между занятиями (рис. 5).

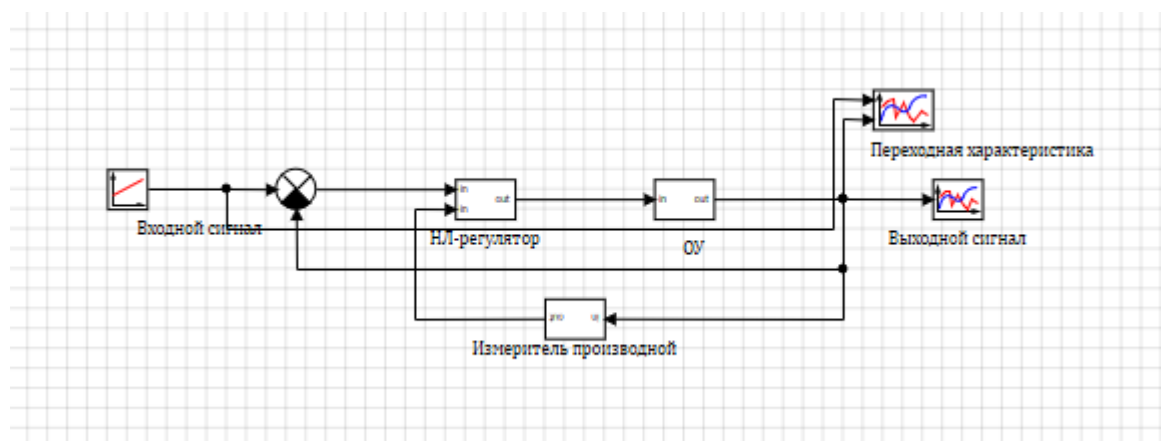


Рисунок 3. Схема канала управления с НЛ-регулятором

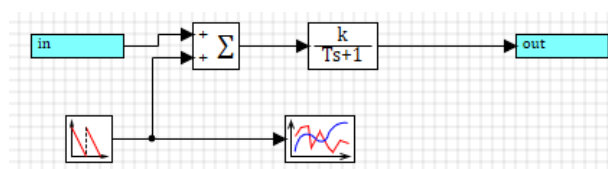


Рисунок 4. Схема воздействия внешней помехи

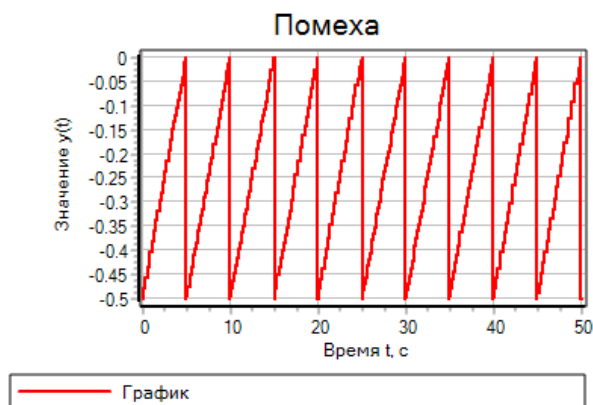


Рисунок 5. Воздействие внешней помехи

Динамические свойства объекта управления (обучаемого) представлены в данном примере аperiодическим (инерционным) звеном, характеризующим инерционные свойства обучаемого в процессе усвоения информации. Постоянная времени аperiодического звена в общем случае определяется экспериментально. В данном примере для удобства сравнительной оценки коэффициент усиления принят 100, а постоянная времени принята равной 0.2УВЕ (0.2 условные временные единицы).

На рис. 6 представлены графики изменения входного (воздействующего на обучаемого) и выходного (усвоенного обучаемым) информационных потоков, вычисленных на основе моделирования динамической экспертной системой. Из рис. 6 видно, что с увеличением объема входной информации увеличивается отрицательное влияние помехи (пропусков занятий), что приводит к значительным уменьшениям выходной (усвоенной обучаемым) информации.

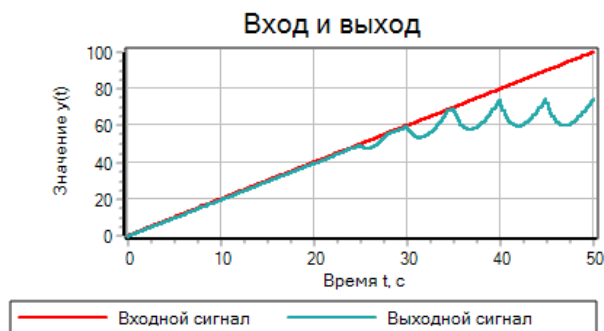


Рисунок 6. Входной и выходной потоки информации

На рис. 7 представлена схема НЛ-регулятора (РНЛ), реализованная в среде SiminTech. На входы РНЛ поступают отклонение регулируемого параметра и скорость изменения данного параметра. Отклонение в данном случае означает разность между заданным (требуемым) и фактическим (измеренным) значениями регулируемого параметра, характеризующего информационный поток, воздействующий на обучаемого.

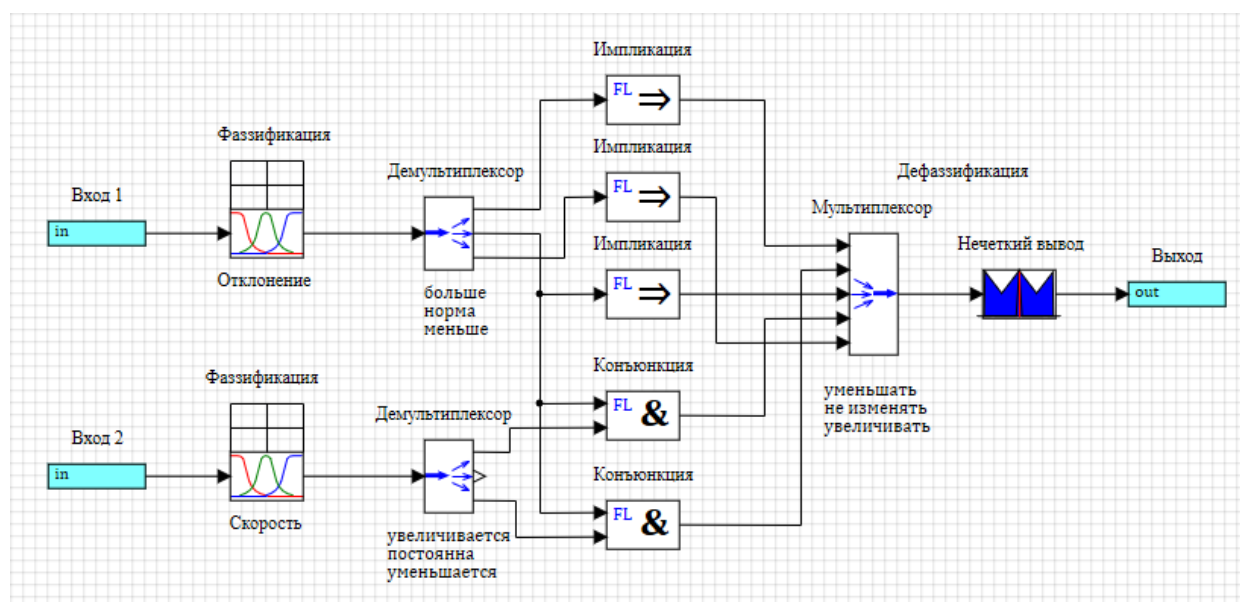


Рисунок 7. Схема НЛ-регулятора

На рис. 7 обозначено: $\Rightarrow$ – блоки импликации и $\&$ – блоки конъюнкции, которые осуществляют операцию нечеткого логического вывода, включающего вычисление степени истинности заданных условий, соединенных логической операцией (процедура агрегации) и определение истинности для всех условий каждого правила (процедура активизации). Заключение из каждого правила объединяются для каждого правила (процедура аккумуляции) [11-13]. Блоки фаззификации и демультимплексоры преобразуют конкретные численные значения входных сигналов (отклонение и скорость) в лингвистические переменные (больше, норма,

меньше, увеличивается, постоянна, уменьшается). Мультиплексор и блок нечеткого вывода (треугольная функция) выполняют операцию дефаззификации (приведение к четкости) – расчет числового значения выходной переменной.

Заключение

Системы управления социальными процессами, в том числе и образовательными, будут основаны на широком применении информационных систем и технологий, включая технологии искусственного интеллекта. В то же время в процессе управления

этими процессами должен присутствовать человек (лицо, принимающее решение – ЛПР), так как объектом управления является человек (социальная среда), на которого необходимо оказывать не только информационное, но также и эмоциональное (психологическое) воздействие. Для успешного управления образовательным процессом це-

лесообразно иметь систему поддержки принятия решений, основанную на технологиях построения интеллектуальной системы управления, ключевым элементом которой является динамическая экспертная система, осуществляющая моделирование и прогноз результатов воздействия на объект управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пупков, К. А. Интеллектуальные системы: проблемы теории и практики / К. А. Пупков // Изв. вузов. Приборостроение. – 1994. – Т. 37. – № 9–10. – С. 5–7.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления : в 5 т. — М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2004. – Т. 5 : Методы современной теории автоматического управления / ред. К. А. Пупкова и Н. Д. Егупова. – 784 с.
3. Батура, Т. В. Облачные технологии: основные модели, приложения, концепции и тенденции развития / Т. В. Батура, Ф. А. Мурзин, Д. Ф. Семич // Программные продукты и системы. – 2014. – № 3 – С. 64–72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-osnovnye-modeli-prilozheniya-kontseptsii-i-tendentsii-razvitiya-1/viewer> (дата обращения: 15.05.2025).
4. Вишняков, В. А. Управление интернет-маркетингом в системе образования с использованием блокчейн технологий / В. А. Вишняков, Д. А. Качан // Доклады БГУИР. – 2020. – № 2. – С. 30-36. – DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-2-30-36
5. Мелихова, О. А. Методы обучения в системах искусственного интеллекта / Мелихова Оксана Аскольдовна, Григораш Андрей Сергеевич, Джамбинов Сергей Владимирович [и др.] // Технические науки – от теории к практике : сб. ст. по материалам ЛП междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – № 11 – С. 19–28. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-obucheniya-v-sistemah-iskusstvennogo-intellekta/viewer> (дата обращения: 15.05.2025).
6. Пупков, К.А. Динамические экспертные системы в управлении / К. А. Пупков // Изв. вузов. Приборостроение. – 1996. – № 8–9. – С.39–50.
7. Бровка, Г. М. Управление образовательными системами / Г. М. Бровка. – Мн.: БНТУ, 2004. – 274 с.
8. Богуш, В. А. Информационные технологии в образовании / В. А. Богуш // Наука и инновации. – 2015. – № 11. – С. 9–12.
9. Лобатый, А. А. Сетевые модели организации учебного процесса / А. А. Лобатый, Д. А. Конопацкий // Системный анализ и прикладная информатика. – 2023. – № 2. – С. 65-69. – DOI: 10.21122/2309-4923-2023-2-65-69
10. Конопацкий, Д. А. Оптимизация информационных потоков сетевых моделей / Д. А. Конопацкий, А. А. Лобатый // Наука и техника. – 2025. – Т. 24, № 1. – С. 5-11. – DOI: 10.21122/2227-1031-2025-24-1-5-11
11. Гостев, В. И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / Владимир Гостев. – СПб. : БХВ – Петербург, 2011. – 416 с.
12. Демичева, Г. Л. Регуляторы на основе нечеткой логики в системах управления техническими объектами / Г. Л. Демичева, Д. В. Лукичев. – СПб : Университет ИТМО, 2017. – 81 с.

REFERENCES

1. Pupkov K. A. (1994) Intelligent systems: problems of theory and practice. News of universities. Instrument-making, 37 (9-10), 5–7 (in Russian).
2. Pupkov K. A., Egupov N. D. (eds.) (2004) Methods of Classical and Modern Theory of Automatic Control. Vol. 5. Methods of modern theory of automatic control. Moscow, Publishing House of Bauman Moscow State Technical University. 784 (in Russian)/
3. Batura T. V., Murzin F. A., Semich D. F. (2014) Cloud technologies: main models, applications, concepts and development trends. Software products and systems, 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-osnovnye-modeli-prilozheniya-kontseptsii-i-tendentsii-razvitiya-1/viewer> (accessed: 15.05.2025) (in Russian).
4. Vishniakou U. A., Kachan D. A. (2020) Management of internet marketing in education system with block chain technologies. Doklady BGUIR. 2020, 18(2), 30-36. DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-2-30-36 (in Russian).
5. Melikhova O. A. (2015) Training methods in systems artificial intelligence // Technical Sciences – from Theory to Practice, 11. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-obucheniya-v-sistemah-iskusstvennogo-intellekta/viewer> (accessed: 15.05.2025) (in Russian).
6. Pupkov K. A. (1996) Dynamic expert systems in management. News of universities. Instrument-making, (8–9), 39-50 (in Russian).

7. Brovka G. M. (2004) Management of Educational Systems. Minsk, Belarusian National Technical University. 274 (in Russian).
8. Bogush V. A. (2015) Information Technologies in Education. Nauka i Innovatsii = Science and Innovations, (11), 9–12 (in Russian).
9. Lobaty A. A., Konopacki D. A. (2023) Network models for organizing the learning process. Sistemny Analiz i Prikladnaya Informatika = Systems Analysis and Applied Informatics Science, (2), 65–69. DOI: 10.21122/2309-4923-2023-2-65-69 (in Russian).
10. Konopacki D. A., Lobaty A. A. (2025) Optimization of Information Flows Based on Network Models of Systems. Science and Technique. 24 (1), 5–11. DOI: 10.21122/2227-1031-2025-24-1-5-11 (in Russian).
11. Gostev V. I. (2011) Design of fuzzy controllers for automatic control systems. St. Petersburg, BHV–Petersburg. 416 (in Russian).
12. Demicheva G. D. (2017) Regulators based on fuzzy logic in control systems of technical objects. St. Petersburg, ITMO University. 81 (in Russian).

KONOPACKI D.A., LOBATY A.A.

DECISION SUPPORT SYSTEM IN EDUCATIONAL PROCESS MANAGEMENT

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The article is devoted to the study of the features of using decision support systems in creating automated intelligent systems for managing educational processes. The substantiation of the principles and methods of synthesizing an intelligent system, the features of using various mathematical models of regulators, their advantages and disadvantages is carried out. A reasonable conclusion is made that the use of traditional approaches based on the use of theoretical provisions of the classical theory of automatic control as applied to the synthesis of control systems for social systems, which include educational process control systems, does not allow achieving the desired result. It is proposed to use the principles and methods of building intelligent systems when building an educational process control system, the main difference of which is that the system itself synthesizes the control goal based on external conditions, the knowledge base available in the system and motivation for the tasks of the system functioning. The construction of a decision support system as an element of the control block is considered, the main element of which is a person - a manager (teacher), who directly manages the object, which is also a person - a student (pupil, student, listener). A structural diagram of the construction of an intelligent system for managing information flows of the educational process and a model of influence on the control object are proposed. The basis of the control system is a dynamic expert system that carries out predictive modeling of the results of control action formed on the basis of the theory of fuzzy sets. An example of modeling information flow control is given, demonstrating a qualitative picture of the processes occurring in the system taking into account external influences on the control object.

Keywords: intelligent control system, educational process, decision support system, information flow



Конопацкий Денис Александрович, Директор филиала Белорусского национального технического университета «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ». Проводит исследования в области анализа и синтеза систем организации управления учебным процессом.

Denis A. Konopacki, Director of the branch of the Belarusian National Technical University "Institute for advanced training and retraining of personnel in new areas of development of engineering, technology and economics of the BNTU". Conducts research in the field of analysis and synthesis of educational process management systems.

Тел.: +375 (29) 346-82-56

E-mail: deniskon@bntu.by



Лобатый Александр Александрович, Белорусский национальный технический университет. Доктор технических наук, профессор. Проводит исследования в области анализа и синтеза стохастических динамических систем управления. Автор и соавтор множества статей в научных журналах и конференциях, автор ряда книг и учебных пособий.

Alexander A. Lobaty, Belarusian National Technical University. Doctor of Engineering Science, Professor. Conducts research in the field of analysis and synthesis of stochastic dynamic control systems. He is the author and co-author of many articles in scientific journals, conferences and books.

Тел.: +375 (29) 346-82-56

E-mail: lobaty@bntu.by