

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 517.519.6

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ЗАВЕДЕНИЕМ

Бабенко Н.И., Бабичев С.А. Яблуновская Ю.А.

Актуальность проблемы. При создании автоматизированных систем поддержки принятия решений важным этапом является разработка информационной базы данных, отражающей все сферы деятельности учреждения. Современное учебное заведение – довольно сложный и разнообразный субъект образовательной деятельности, включающий в себя множество структурных взаимосвязанных подразделений. Для своевременного принятия компетентного решения руководителю необходимо иметь оперативный доступ к информации, касающейся любого элемента структуры учреждения, а также иметь возможность проследить динамику протекания процессов в учебном заведении. Разработка информационной системы принятия решений, основанной на современных компьютерных технологиях, способной оперативно анализировать поступающую информацию с выдачей рекомендаций по решению поставленной задачи способствует значительному повышению эффективности работы учебного заведения. Решение этой проблемы соответствует государственным научно–техническим программам, которые сформулированы в законе Украины «Про научную и научно–техническую деятельность» и в законе Украины «Про национальную программу информатизации».

Анализ последних публикаций. В настоящее время ведутся исследования по созданию информационно–компьютерных систем [1-3], позволяющих автоматизировать процесс управления учебным заведением. В практику вводятся компьютерные технологии [4,5], обеспечивающие как содержательную компоненту образовательного процесса – от входного тестирования, методов промежуточного контроля к разработке обучающих программ и комплексов, так и создание подсистем управления учебным процессом на основе интегрированной системы.

Нерешенные части общей проблемы. Главным условием решения поставленной задачи является необходимость создания системы мониторинга в сфере образования, основанной на современных подходах к образовательной статистике и показателях качества образования. Несмотря на интенсивные исследования в данной предметной области задача автоматизации процесса управления учебным заведением в настоящее время однозначного решения не имеет.

Целью статьи является разработка автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений при управлении учебным заведением, основанной на теории нечетких множеств, в которой реализован высокий уровень взаимосвязи между всеми элементами учебного заведения. Это позволяет максимально сократить временные затраты, необходимые для выработки как стратегических, так и тактических решений, а также минимизировать негативные последствия, связанные с их реализацией.

Решение проблемы. Создание информационной системы принятия решений включает в себя следующие этапы:

- разбивка системы на подсистемы, т.е. элементы, каждый из которых выполняет определённые ограниченные функции;
- разработка базы данных для каждой подсистемы;
- разработка базы знаний, которая способствуют своевременному принятию решения на уровне подсистемы или системы в целом;

– установление связей между подсистемами, т.е. создание единой информационной автоматизированной системы, способной анализировать поступающую информацию и выдавать рекомендации по принятию управленческого решения.

Структурная схема системы поддержки принятия решений Херсонского физико-технического лицея при ХНТУ и ДНУ представлена на рисунке 1.

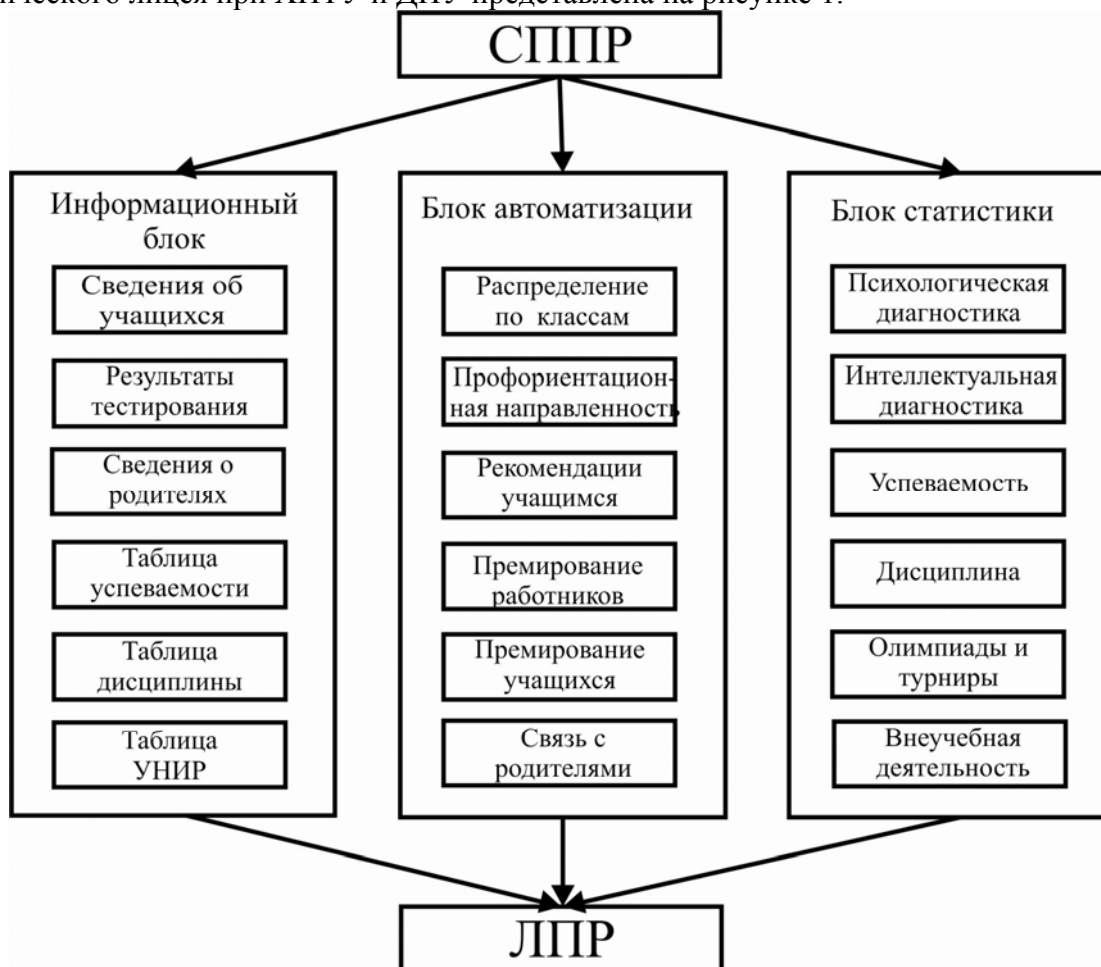


Рис.1 Структурная схема СППР учебного заведения

Информационный блок разработан на основе программной среды СУБД Microsoft Access. Он состоит из набора реляционных таблиц, охватывающих все сферы деятельности учебного заведения. Её целью является информационная поддержка функционирования учебного заведения и принятия управленческих решений. В таблицы вводятся статистические данные, касающиеся всевозможных сфер деятельности учебного заведения. Информационная таблица, обеспечивающая доступ к базе данных на уровне администратора лицея, представлена на рис. 2. Она позволяет получить доступ ко всем блокам СППР, вывести интересующую информацию по любому элементу структуры учебного заведения.

Лицом, принимающим решение (ЛПР), является любой субъект учебного заведения, принимающий участие в общеобразовательном процессе. Статистический блок включает в себя набор статистических программ для обобщения данных таблиц информационного блока. Пример статистической таблицы, отражающей отчет об успеваемости учащихся за первый семестр учебного года, представлен на рис. 3. Подсистемы «Психологическая диагностика» и «Интеллектуальная диагностика» содержат результаты обработки данных, полученных в процессе тестирования учащихся, поступивших в учебное заведение. На основании этих результатов блоком автоматизации выдаются рекомендации по распределению учащихся по классам.

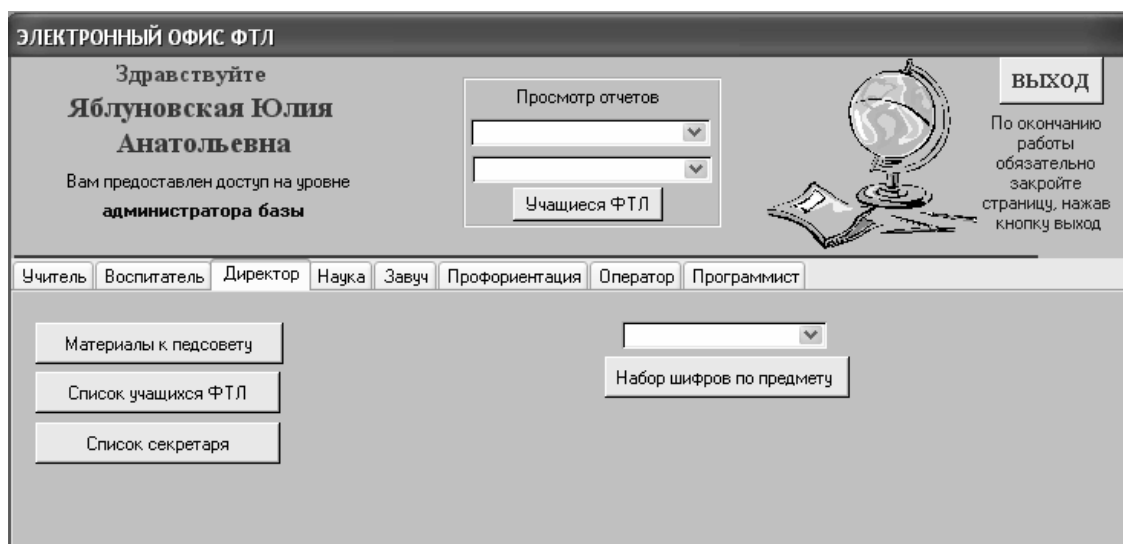


Рис. 2 Таблица доступа в информационную базу данных на уровне администратора учебного заведения.

Ведомость успеваемости в ПЕРВОМ семестре

09А

В классе 44 учащихся 25 юношей 19 девушек

Из них успевают отлично 0 хорошо 8 удовлетворительно 24 НЕ УСПЕВАЮТ 12

Средний рейтинг класса 6,91 по специализу 6,58 по общеобразовательному циклу 7,72

№	ФИО	Рейт	Спец.	Общ.	Лицев	Парал.	Клас.	Повед.	н/а	"2"	стат	Решение педсовета
1	Абрамов Данило Віталійович	3,10	2,83	3,79	750	232	41	8,5		10	не успевае	Рекомендовать переход
2	Александров Яна Валерійвна	5,85	5,13	7,60	482	159	33	12			удов.	
3	Бабиченко Артем Михайлович	8,93	9,46	7,65	112	29	7	10,5			удов.	
4	Базилевич Валерія Петрівна	10,68	10,88	10,20	8	3	1	12			хорошо	Объявить благодарность
5	Беднарська Катерина Володимирів	5,85	4,96	8,00	482	160	34	11,5			удов.	
6	Бондаренко Артур Олександрович	7,28	7,00	7,95	273	91	22	12			удов.	
7	Бондаренко Олександр Олександрович	7,43	7,04	8,35	249	80	18	12			удов.	
8	Вербицкий Віктор Володимирович	7,34	6,63	9,05	262	88	20	11			удов.	
9	Вороненко Валерій Валерійович	8,90	9,00	8,65	108	27	6	11			удов.	Объявить благодарность
10	Воронок Маргарита Павлівна	9,40	9,67	8,75	60	13	4	12			хорошо	Объявить благодарность
11	Воропінко Віталій Олександрович	6,75	6,54	7,25	349	114	24	11			удов.	
12	Гончар Антон Владиславович	6,31	6,58	5,65	410	135	30	9			удов.	
13	Гончаренко Костянтин Анатолійов	6,00	5,46	7,30	461	155	32	7,5		1	не успевае	
14	Гузенко Катерина Сергійвна	8,29	8,00	9,00	151	48	10	10,5			хорошо	Объявить благодарность
15	Дутко Олег Богданович	5,04	4,29	6,85	707	216	39	10	3	1	не успевае	
16	Загребельний Дмитро Леонідович	2,73	2,25	4,00	762	243	44	7	3	4	не успевае	Рекомендовать переход
17	Карпушина Сльга Станіславівна	7,81	7,17	9,35	199	65	15	12			удов.	

Рис.3 Таблица статистического блока, отражающая информацию об успеваемости учащихся за определённый учебный цикл.

Подсистема «Успеваемость» представляет собой результаты статистической обработки данных подсистемы «Таблица успеваемости» информационного блока. При этом рассчитывается:

- средний балл учащихся по классу, параллели, лицу, по контрольной, учебному модулю, семестру, по тематике и по каждой задаче в отдельности;
- процент успеваемости и качество знаний учащихся по классу, параллели, лицу.

Подсистема «Дисциплина» производит статистическую оценку дисциплинарных нарушений учащихся. На основании полученных результатов блок автоматизации выдаёт рекомендации учащимся по улучшению учебной деятельности.

Подсистемы «Олимпиады и турниры» и «Внеучебная деятельность» содержат статистические данные, касающиеся участия лицеистов в олимпиадах и турнирах различного уровня, а также во внеурочных мероприятиях (вечерах, конкурсах и т.д.). На основании этих данных блок автоматизации выдаёт рекомендации по премириванию учащихся.

Работа блока автоматизации основана на теории нечетких множеств. Пусть E – универсальное множество решений, своевременное принятие которых определяет эффективную работу учебного заведения. $A = \{x_i/\mu_A(x_i)\}$ – нечеткое подмножество универсального множества E , определяющее принятие одного конкретного решения, включающее в себя множество факторов x_i с характеристической функцией принадлежности $\mu_A(x_i)$, определяющей степень принадлежности элемента x_i подмножеству A . От выбора вида функции принадлежности и её области определения зависит чувствительность нечеткой системы и качество её работы. Настройка блока автоматизации предусматривает наличие следующих этапов:

- отбор факторов, влияющих на принятие решения;
- ранжирование отобранных факторов с определением диапазона их изменения;
- создание базы знаний для настройки нечеткой системы, включающей в себя набор предикатных правил вида:

Π_1 : если x_1 есть A_1 , x_2 есть B_1 , x_3 есть C_1, \dots , то y есть D_1 ;

Π_2 : если x_1 есть A_2 , x_2 есть B_2 , x_3 есть C_2, \dots , то y есть D_2 ;

.....;

Π_n : если x_1 есть A_n , x_2 есть B_n , x_3 есть C_n, \dots , то y есть D_n ;

- определение количества и тип функций принадлежности нечетких множеств;
- настройка нечеткой системы, которая заключается в выборе алгоритма нечеткого вывода и нахождении области определения используемых функций принадлежности.

Теория нечеткой логики предполагает использование различных алгоритмов нечеткого вывода. Наиболее распространенные являются алгоритмы нечеткого вывода Мамдани и Сугэно.

Работа алгоритма вывода Мамдани предусматривает следующую последовательность обработки данных:

- фазификация. Для определения степени истинности каждой предпосылки каждого правила функции принадлежности, определённые на входных переменных, применяются к их фактическим значениям, т.е. определяются $A_1(x_1), A_2(x_1), \dots, A_n(x_1), B_1(x_2), B_2(x_2), \dots, B_n(x_2), \dots, G_1(x_m), G_2(x_m), \dots, G_n(x_m)$ где A, B, \dots, G – значения функции принадлежности при заданных значениях аргумента x ;

- агрегация. Находятся уровни «отсечения» для предпосылок каждого из правил с использованием операции \min

$$\alpha_1 = A_1(x_1) \wedge B_1(x_2) \wedge C_1(x_3) \wedge \dots \wedge G_1(x_m);$$

$$\alpha_2 = A_2(x_1) \wedge B_2(x_2) \wedge C_2(x_3) \wedge \dots \wedge G_2(x_m);$$

$$\dots;$$

$$\alpha_n = A_n(x_1) \wedge B_n(x_2) \wedge C_n(x_3) \wedge \dots \wedge G_n(x_m);$$

и определением усеченных функций принадлежности нечетких множеств:

$$M'_1(D) = (\alpha_1 \wedge M_1(D));$$

$$M'_2(D) = (\alpha_2 \wedge M_2(D));$$

$$\dots;$$

$$M'_n(D) = (\alpha_n \wedge M_n(D)).$$

где $M(D)$ – усеченные функции принадлежности для входных переменных, $M'(D)$ – усеченные функции принадлежности для нечетких правил;

- аккумуляция. Нахождение функции принадлежности итогового нечеткого подмножества для переменной выхода:

$$\mu_{\Sigma}(D) = M(D) = M'_1(D) \vee M'_2(D) \vee \dots \vee M'_n(D);$$

– дефазификация, т.е. приведение к четкости, которое осуществляется центроидным методом путем определения центра тяжести для кривой $\mu_{\Sigma}(D)$.

Работа алгоритма вывода Сугэно предусматривает следующую последовательность обработки данных:

– фазификация. Определяются $A_1(x_1), A_2(x_1), \dots, A_n(x_1), B_1(x_2), B_2(x_2), \dots, B_n(x_2), \dots, G_1(x_m), G_2(x_m), \dots, G_n(x_m)$;

– агрегация. Находятся уровни «отсечения» для предпосылок каждого из правил с использованием операции \min

$$\alpha_1 = A_1(x_1) \wedge B_1(x_2) \wedge C_1(x_3) \wedge \dots \wedge G_1(x_m);$$

$$\alpha_2 = A_2(x_1) \wedge B_2(x_2) \wedge C_2(x_3) \wedge \dots \wedge G_2(x_m);$$

$$\dots;$$

$$\alpha_n = A_n(x_1) \wedge B_n(x_2) \wedge C_n(x_3) \wedge \dots \wedge G_n(x_m);$$

и нахождением индивидуальных выходов правил:

$$M'_1 = A_1 x_1 + B_1 x_2 + C_1 x_3 + \dots + G_1 x_m;$$

$$M'_2 = A_2 x_1 + B_2 x_2 + C_2 x_3 + \dots + G_2 x_m;$$

$$\dots;$$

$$M'_n = A_n x_1 + B_n x_2 + C_n x_3 + \dots + G_n x_m.$$

– дефазификация с определением четкого значения переменной вывода.

Найдя оптимальное сочетание алгоритма нечеткого вывода, функций принадлежности нечетких множеств и их области определения при имеющейся базе данных получаем систему нечеткого вывода, позволяющую автоматизировать процесс принятия управленческих решений.

В качестве примера использования представленной методики предлагается разработанная авторами система определения размера материального поощрения работников Херсонского физико-технического лицея при ХНТУ и ДНУ. В соответствии с постановлением кабинета министров Украины № 134 от 07.02.2001 г. суммарный размер надбавок работников на должен превышать 50% от установленного оклада. Пусть Y – параметр, определяющий размер материального поощрения. Значение параметра Y оценивалось по 50-бальной шкале. Факторы, влияющие на значение Y , были следующие: X_1 – подготовка призёров олимпиад, X_2 – подготовка призёров конкурсов малой академии наук, X_3 – участие в турнирах различного уровня и подготовка общелицейских мероприятий, X_4 – отсутствие дисциплинарных и технологических нарушений, X_5 – дополнительная оплата за проверку контрольных и самостоятельных аудиторных работ. Значения факторов X_1, X_2 и X_3 определялись по 10-ти бальной шкале, а факторов X_4 и X_5 – по 4-х бальной. При подготовке призёров конкурсов или олимпиад городского уровня параметрам X_1 и X_2 присваивалась цифра 3, при подготовке призёра областной олимпиады или конкурса значения X_1 и X_2 были равны 6, при подготовке призёра всеукраинской олимпиады или конкурса значения X_1 и X_2 принимали максимальное значения, равное 10. Значение параметра X_3 определялось по следующим критериям: участие в подготовке и проведении вечеров на уровне класса или параллели или пассивная помощь в подготовке и проведении физ-мат турнира или общелицейского мероприятия оценивалось в 3 балла. Участие в подготовке физ-мат турнира или активное участие в подготовке и проведении одного из основных общелицейских мероприятий (посвящение в лицеисты или выпускной вечер) оценивалось в 6 баллов. При активном участии работника в нескольких общелицейских мероприятиях параметру X_3 присваивалась цифра 10. Критерий оценки параметра X_4 следующий: отсутствие дисциплинарных и технологических нарушений – 4 балла, наличие одного нарушения при отсутствии другого – 2 балла. Параметр X_5 принимал значение 2 при проверке количества работ, соответствующих количеству учащихся в классах, где работает преподаватель. При

проверке в несколько раз большего количества работ параметру X_5 присваивалось значение 4. Очевидно, что факторы X_4 и X_5 по своей значимости должны оказывать меньшее влияние на параметр Y , поэтому область определения функций принадлежности, соответствующих этим факторам увеличивалась, что уменьшало чувствительность системы к изменению параметров X_4 и X_5 . Область определения функций принадлежности факторов X_1 , X_2 и X_3 уменьшалась, что способствовало повышению чувствительности системы к их изменению.

Для настройки нечеткой системы логического вывода разработана база знаний в виде оптимальной совокупности предикатных правил следующего вида:

- П₁: если $X_1=0, X_2=0, X_3=0, X_4=0, X_5=2$, то $Y=0$;
- П₂: если $X_1=3, X_2=3, X_3=3, X_4=2, X_5=2$, то $Y=10$;
- П₃: если $X_1=6, X_2=6, X_3=3, X_4=2, X_5=2$, то $Y=20$;
- П₄: если $X_1=3, X_2=6, X_3=6, X_4=2, X_5=2$, то $Y=20$;
- П₅: если $X_1=6, X_2=3, X_3=6, X_4=2, X_5=2$, то $Y=20$;
- П₆: если $X_1=6, X_2=6, X_3=6, X_4=4, X_5=4$, то $Y=30$;
- П₇: если $X_1=6, X_2=6, X_3=10, X_4=4, X_5=4$, то $Y=40$;
- П₈: если $X_1=6, X_2=10, X_3=6, X_4=4, X_5=4$, то $Y=40$;
- П₉: если $X_1=10, X_2=6, X_3=6, X_4=4, X_5=4$, то $Y=40$;
- П₁₀: если $X_1=10, X_2=10, X_3=6, X_4=4, X_5=4$, то $Y=50$;
- П₁₁: если $X_1=6, X_2=10, X_3=10, X_4=4, X_5=4$, то $Y=50$;
- П₁₂: если $X_1=10, X_2=6, X_3=10, X_4=4, X_5=4$, то $Y=50$;
- П₁₃: если $X_1=10, X_2=10, X_3=10, X_4=4, X_5=4$, то $Y=50$;

Использовались треугольные, гауссовы и сигмоидальные функции принадлежности нечетких множеств. Эксперимент показал, что чувствительность и объективность системы максимальная при использовании алгоритма нечеткого вывода Мамдани, гауссовых функций принадлежности для входных факторов и треугольных для выходных. Результаты работы системы при варьировании входных параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты работы нечеткой СППР при расчете размера материального поощрения работников.

№	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1	0	0	0	0	2	0,23
2	2	2	2	2	2	8,43
3	4	4	4	4	4	21,5
4	6	6	6	4	4	29,4
5	8	8	8	4	4	40
6	10	10	10	4	4	50
7	0	5	5	4	4	14,8
8	10	5	5	4	4	40
9	5	5	5	0	4	15
10	5	5	5	4	4	25,8
11	0	0	0	4	4	9,96
12	10	10	10	0	2	40

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод об эффективности работы нечеткой системы. По мере возрастания входных факторов от минимального значения до максимального параметр Y плавно увеличивается до максимальной величины, соответствующей предельному значению материальной надбавки. При этом максимальные пределы варьирования факторов X_1 , X_2 , или X_3 вызывает изменение

выходной величины Y от 14,8 до 40, что составляет 50,4%. Совокупное изменение параметров X_1 , X_2 , и X_3 от 0 до 10 вызывает изменение параметра Y на 80,1%. Факторы X_4 и X_5 влияют на выходную характеристику следующим образом: варьирование одного из факторов в пределах от 0 до 4 вызывает изменение параметра Y от 15 до 25,8, что составляет 21,6%, совокупное их изменение в пределах всего диапазона варьирования вызывает изменение выходной характеристики на 20%. Меньший процент изменения выходного параметра при совокупном варьировании факторов X_4 и X_5 объясняется тем, что величина X_5 изменяется от 2 до 4, так как значение 2 соответствует единственной плановой аудиторной контрольной работе.

Следует отметить, что настройка СППР осуществляется для каждой подсистемы блока автоматизации в отдельности и для системы в целом. Окончательным итогом работы системы является выдача рекомендаций лицу, принимающему решение (ЛПР), которым может быть директор, завуч, учитель, воспитатель, родитель и т.д.

Выводы. Отличительной особенностью предложенной системы является высокий уровень автоматизации всех сфер деятельности учебного заведения. Разработана база данных и база знаний, на основании которых настраивалась нечеткая система логического вывода. Для каждой подсистемы блока автоматизации составлен набор предикатных правил, найдено оптимальное сочетание алгоритмов нечеткого вывода и функций принадлежности нечетких множеств, определены области определения функций принадлежности нечетких множеств, соответствующие требуемой чувствительности системы. Применение предложенной системы позволяет сократить временные затраты, необходимые для выработки как стратегических, так и тактических решений, а также минимизировать негативные последствия, связанные с их реализацией. Перспективным направлением дальнейшего развития СППР является автоматизация взаимосвязей между подсистемами, что существенно повысит оперативность принимаемого решения. Авторы также планируют разработку имитационного модуля, модулирующего процесс функционирования учебного заведения, что позволит найти наиболее оптимальное сочетание имеющейся базы знаний и стратегии управления, при котором учебное заведение будет выведено на новый, более высокий качественный уровень.

In article submits the automated information system of supporting decision-making at management of an educational institution, based on the theory of indistinct sets in which the high level of interrelation between all elements of an educational institution is realized. The advantage of the offered system consists in high speed of processing of the acting information that allows to reduce time expenses for formation both strategic, and tactical decisions.

1. Швец Е.Я., Коломоец Г.П., Семенов Н.В. Информационная система управления учебным процессом // Вестник ХГТУ. Херсон.– 2000.–№1(7).– С. 359–363.
2. Бабенко Н.И., Бабичев С.А., Шарко А.В. Автоматизированная информационная система управления учебным процессом: Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. Зб. наук. пр. Дніпропетровського національного університету.– Д., 2004. Т.8. С. 97–104.
3. Швец Е.Я., Коломоец Г.П., Семенов Н.В. Информационная система управления факультетом: Сб.науч. тр. Санкт–Петербургский государственный университет технологии и дизайна.– С.–П., 1999 г. Т. 2. С. 42–45.
4. А.И.Раецкий. Модели и средства автоматизированного проектирования расписаний многостадийных процессов. Дис. к.т.н. К. 1992.
5. Лавинский Г.В. Построение и функционирование сложных систем управления. К.: Вища шк. 336 с.