

УДК 681.3

https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/25

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОГНИТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

©Шаршеналиев Ж., д-р техн. наук; акад. НАН КР, Институт автоматике  
и информационных технологий национальной академии наук Кыргызской Республики,  
г. Бишкек, Кыргызстан, Zhanibekfeb1941@mail.ru

©Цыбов Н. Н., ORCID: 0000-0003-3196-0496, канд. техн. наук, Кыргызский государственный  
университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова,  
г. Бишкек, Кыргызстан, Nikolay\_research@mail.ru

## SYSTEM ANALYSIS ENHANCEMENT IN COGNITIVE LEARNING SYSTEMS ENGINEERING

©Sharchenaliev Zh., Dr. habil., academician of NAN KG,  
Institute of Automation and Information Technology National Academy of Sciences of the Kyrgyz  
Republic, Bishkek, Kyrgyzstan, Zhanibekfeb1941@mail.ru

©Tsybov N., ORCID: 0000-0003-3196-0496, Ph.D., N. Isanov the Kyrgyz State university of  
construction, transport and architecture, Bishkek, Kyrgyzstan, Nikolay\_research@mail.ru

*Аннотация.* Повышение эффективности применения когнитивных обучающих систем в образовании напрямую зависит от возможностей системы принимать обоснованные решения при формировании дидактических инструментов. Одним из методов повышения эффективности функционирования когнитивных обучающих систем является усовершенствование алгоритма функционирования системного анализа. Усовершенствование отдельных компонентов системного анализа расширило его функционал и изменило качественно его возможности. Использование преимуществ расширенного функционала системного анализа позволило разработать когнитивную обучающую систему, которая формирует дидактические инструменты с учетом психофакторов участников образовательного процесса. *Целью статьи* является исследование методов проектирования и расширения функциональных возможностей когнитивных обучающих систем и методов системного анализа. Методологическая основа исследований представляет собой комплексное применение взаимодополняющих подходов, при которых системный анализ рассматривает образовательную среду как сложную систему, содержащую связанные между собой подсистемы. Основными при этом были метод структурного анализа, метод сравнения, метод декомпозиции и агрегирования. *Результаты.* Увеличение эффективности применения когнитивной обучающей системы и увеличение его точности при анализе учебной ситуации в принятии решений выбора педагогических методов подачи учебного материала достигнуто за счет усовершенствования функционала системного анализа. Увеличение точности реализации системного анализа достигнуто также за счет применения «элементов нечеткости» в узле анализа и синтеза когнитивной обучающей системы. Применение «элементов нечеткости» позволило обучающей системе производить корректировку входных данных, полученных на момент начала выполнения задания и выдавать откорректированные команды управления на узел корректировки алгоритма системного анализа.

*Abstract.* Improving the efficiency of the use of cognitive learning systems in education directly depends on the ability of the system to make reasonable decisions in the formation of didactic tools. One of the methods to improve the efficiency of functioning of cognitive learning

systems is to improve the functioning algorithm of system analysis. Improving the individual components of system analysis has expanded its functionality and qualitatively changed its options. Using the advantages of the advanced functionality of system analysis enabled us to develop a cognitive learning system that forms didactic tools considering the psycho-factors of the participants of educational process. *The goal of the article* is to study methods for designing and expanding the functional capacities of cognitive learning systems and system analysis methods. Methodological basis is formed of comprehensive application of complementary approaches in which the system analysis considers the educational environment as a complex system containing interconnected subsystems. The main ones of them were the structural analysis method, comparison method, decomposition and aggregation method. *Results.* Improving the efficiency of use of the cognitive learning system and increasing its accuracy in the analysis of the educational situation while choosing pedagogical methods for teaching the educational material was achieved by improving the functionality of system analysis. Improving the accuracy of the implementation of system analysis was also achieved through the use of ‘fuzzy elements’ in the analysis and synthesis node of the cognitive learning system. The use of ‘fuzzy elements’ enabled the learning system to make corrections to the input data received at the beginning of task execution and to give adjusted administration commands to the algorithm correction node of the system analysis.

*Ключевые слова:* системный анализ, психофакторы, обучающие системы.

*Keywords:* system analysis, psychofactors, learning systems.

#### *Введение*

Современный процесс обучения в технических вузах не может быть эффективным без применения автоматизированных обучающих систем [1, 2].

Как показали исследования последнего десятилетия, эффективность применения автоматизированных образовательных систем определяется не уровнем технической реализации, а способностью системы выполнять педагогические задачи. Одним из методов увеличения эффективности применения таких систем является применение в составе программно-аппаратных обучающих средств модулей определения личностных особенностей студентов и преподавателей [3].

Целью настоящих работы является исследование функциональных возможностей когнитивных обучающих систем.

Для реализации поставленных целей задачей настоящих исследований является усовершенствование системного анализа при принятии решений в учебной ситуации.

#### *Методы исследования*

Методологическую основу настоящих исследований составляет системный подход, рассматривающий сложную систему, содержащую связанные между собой подсистемы.

При анализе структурных связей и качеств составляющих процесса обучения применялись методы декомпозиции и агрегирования.

При анализе количественных и качественных характеристик однородных компонентов процесса обучения применялся структурный анализ и метод сравнения.

При исследовании взаимосвязей между компонентами образовательного процесса и личностными особенностями участников образовательного процесса применялся метод конкретизации и абстрагирования.

При анализе результатов выявленных личностных качеств применялся метод когнитивного анализа.

При формализации задач обучающей системы применялся экспертный метод.

При исследованиях составляющих процесса обучения и его компонентов применялся метод моделирования и теория множеств.

*Разработка новых компонентов системного анализа при проектировании когнитивных обучающих систем*

Системном анализ предполагает следующие характеристики сложных систем:

– состояние, поведение, равновесие и устойчивость.

По состоянию системы анализируются ее параметры.

По поведению анализируется наличие изменений в системе.

Равновесие является характеристикой устойчивости состояния системы.

Устойчивость также определяет возможность системы переходить в равновесное состояния при внешних воздействиях.

Ограничения системы при анализе зависят от вида использования ресурсов.

При изменениях состояния системы на входах состояние системы  $Y_s(t)$  будет определяться выражением:

$$Y_s(t) = P_s[X_n(t)], \text{ где:}$$

$Y_s(t)$  — состояние системы,  $P_s$  — функция перехода,  $X_n(t)$  — входные воздействия.

Состояния входов и выходов системы при этом будут взаимосвязаны согласно выражению:

$$Y_{OUT}(t) = F_{OUT}[X_{IN}(t)], \text{ где } F_{OUT} \text{ — состояние системы на выходе.}$$

При системном анализе целесообразно исследуемую систему представить в виде смешанной иерархической структуры, представляющей собой несколько уровней декомпозиции.

Применяемые процедуры системного анализа представлены на Рисунке 1, а формирование новых его компонентов на Рисунке 2 и 3.

Усовершенствование системного анализа в когнитивной обучающей системе в данных исследованиях получено за счет формирования когнитивных элементов психофакторов (КЭП), применяемых в качестве новых элементов системного анализа.

На первом этапе результаты диагностики личностных особенностей участников образовательного процесса при системном анализе являются базовой основой при формировании когнитивных элементов психофакторов (КЭП), используя которые система корректирует алгоритм функционирования и выбирает необходимый учебный материал и форму его подачи.

Вторым этапом когнитивная система по результатам вторичного анализа и синтеза, формирует вторичные когнитивные элементы психофакторов (Рисунок 3). Такое двухступенчатое применение когнитивных элементов психофакторов формирует на выходе системного анализа несколько вариантов решения учебной проблемы путем комбинирования выделенных когнитивных элементов психофакторов или их признаков.

Таким образом применение когнитивных элементов психофакторов в системном анализе приводит к получению новых качеств системного анализа.

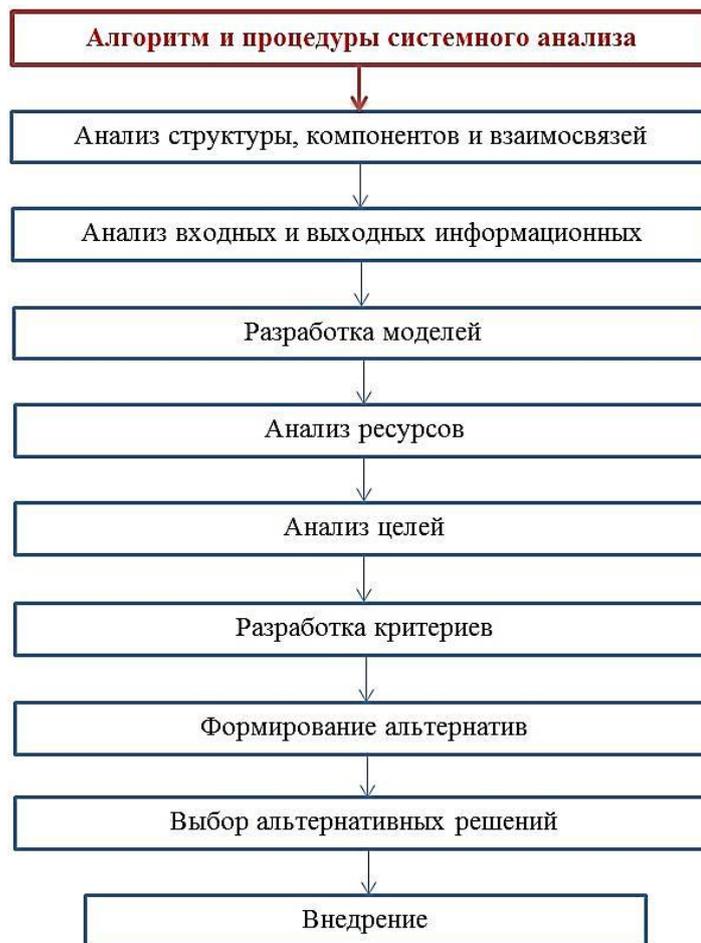


Рисунок 1. Алгоритм и процедуры системного анализа

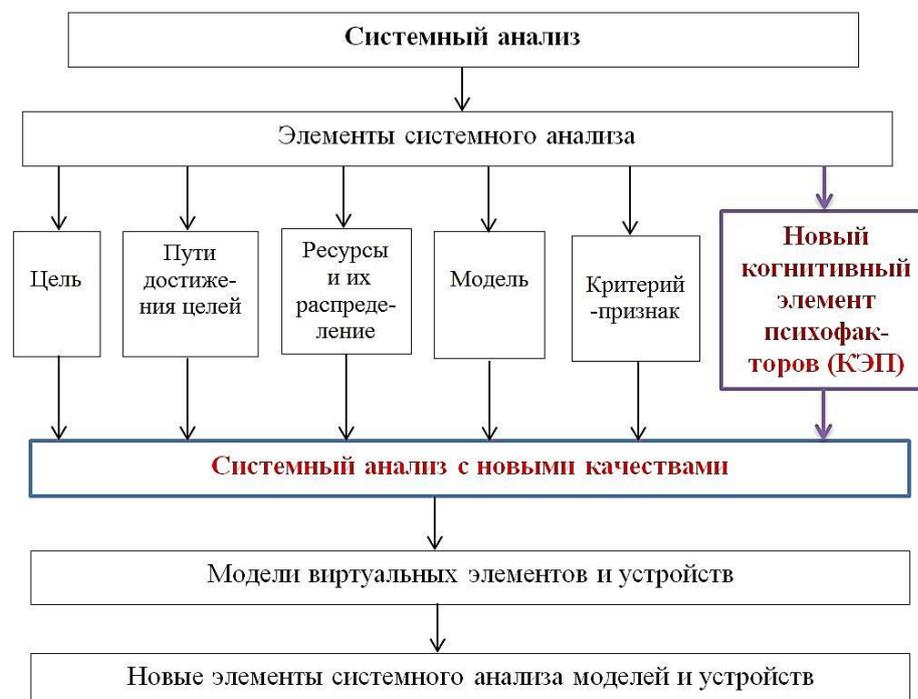


Рисунок 2. Состав и инструменты системного анализа

В процессе системного анализа система формирует базу данных психофакторов с последующей их формализацией. Это позволяет более точно формировать управляющие воздействия на корректировку алгоритма системного анализа, при котором на выходе системного анализа будут сформированы и оптимизированы решения учебной ситуации, выбранные из множества альтернатив. Такой алгоритм системного анализа в условиях различного рода неопределенностей имеет большую точность [4, 5].

При оптимизации решений учебной ситуации и выборе из множества альтернатив применяется метод бинарных отношений и критериальный метод выбора.

При применении критериального метода выбора каждая альтернатива оценивается выбранным критерием. При этом для всего множества альтернатив  $V = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_n\}$  вводится целевая функция –  $Y = f(x) \Rightarrow \max$  или  $\min$ .

При применении метода бинарных отношений каждая отдельная альтернатива рассматривается в паре с другой.



Рисунок 3. Функциональная схема системного анализа когнитивной обучающей системы

Усовершенствование системного анализа позволило получить системный анализ с новыми качествами. Применение новых качеств в системном анализе позволило разработать виртуальные модели элементов и устройств систем управления различного назначения, являющихся составными компонентами для автоматизированной когнитивной обучающей системы [6].

Наличие новых виртуальных устройств позволило разработать новую когнитивная обучающую систему с учетом личностных особенностей участников образовательного процесса [7].

Разработка архитектуры когнитивной обучающей системы производилась с применением структурного анализа, по результатам которого разработана архитектура обучающей системы и ее компонентов.

Упрощенные структурные схемы разработанной когнитивной интеллектуальной обучающей системы изображены на Рисунках 5-7.

Алгоритм выявления когнитивных элементов психофакторов и структурная схема организации системного анализа представлены на Рисунке 4 и 5.

Взаимодействие участников образовательного процесса с когнитивной обучающей системы происходит следующим образом.

В соответствии с заявками и потребностью работодателей и министерства образования Вузы формируют основные цели и задачи обучения, исходя из которых и формируется основа предметной области обучающей системы (Рисунок 4).

Регистрация студентов по группам и дисциплинам производится в режиме удаленного доступа.

Блок организации учебного процесса распределяет информацию о студентах по директориям, закрепленным за конкретными преподавателями.

При необходимости преподаватели могут заменять или корректировать учебно-методические материалы.

В целях выявления личностных особенностей и повышения эффективности образовательного процесса кураторы студенческих групп проводят психодиагностику студентов. Результаты выявления индивидуальных и когнитивных особенностей студентов необходимы при выборе дидактических методов взаимодействия преподавателей и студентов. Одновременно результаты тестирования являются основой для формирования новых когнитивных элементов психофакторов для системного анализа.

Обучающая система функционирует в режиме удаленного доступа (при дистанционном образовании) и в режиме прямого доступа (при очной системе образования).

В режиме удаленного доступа обучающиеся получают учебные материалы через Веб-сайт.

В режиме самостоятельной подготовки к занятиям обучающиеся в режиме удаленного доступа могут получить учебные материалы из электронной библиотеки и при необходимости посредством модуля промежуточного контроля проверить свои знания. В случае неточных ответов обучающая система предлагает обучающимся ознакомиться с материалом, который слабо усвоен.

При проведении самостоятельных и практических работ в режиме удаленного доступа студенты могут воспользоваться электронной виртуальной лабораторией.

В целях улучшения восприятия и усвоения нового учебного материала преподаватель имеет возможность посредством когнитивных обучающих модулей в он-лайн режиме во время лекции демонстрировать изучаемые процессы.

Особенностью когнитивной обучающей системы является наличие модулей самопроверки знаний, предоставляющих возможность студентом контролировать степень усвоения изучаемого учебного материала до итоговых занятий и экзаменов. Система оценивает ответы студенты и выдает рекомендации по изучению плохо усвоенного материала.

При индивидуальном взаимодействии с обучающей системой у оператора есть возможность сонстройки программно-аппаратных средств, а также средств визуального отображения информации в соответствии с индивидуальными особенностями восприятия человека.

Режим сонстройки средств отображения на восприятие обучающихся дает возможность привести в соответствие с физиологическими возможностями оператора объем и скорость подачи учебного материала.

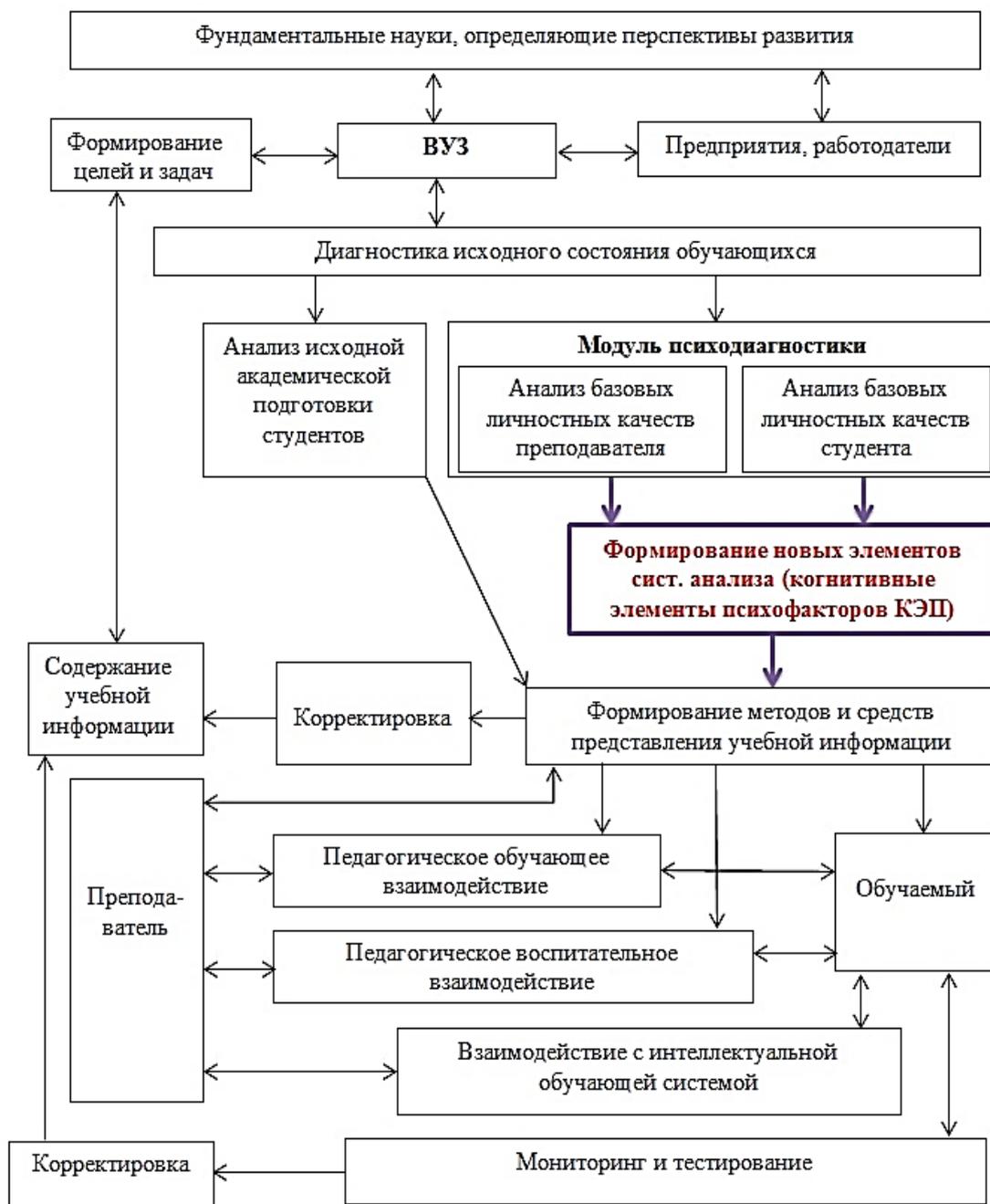


Рисунок 4. Структурная схема функционирования учебного процесса

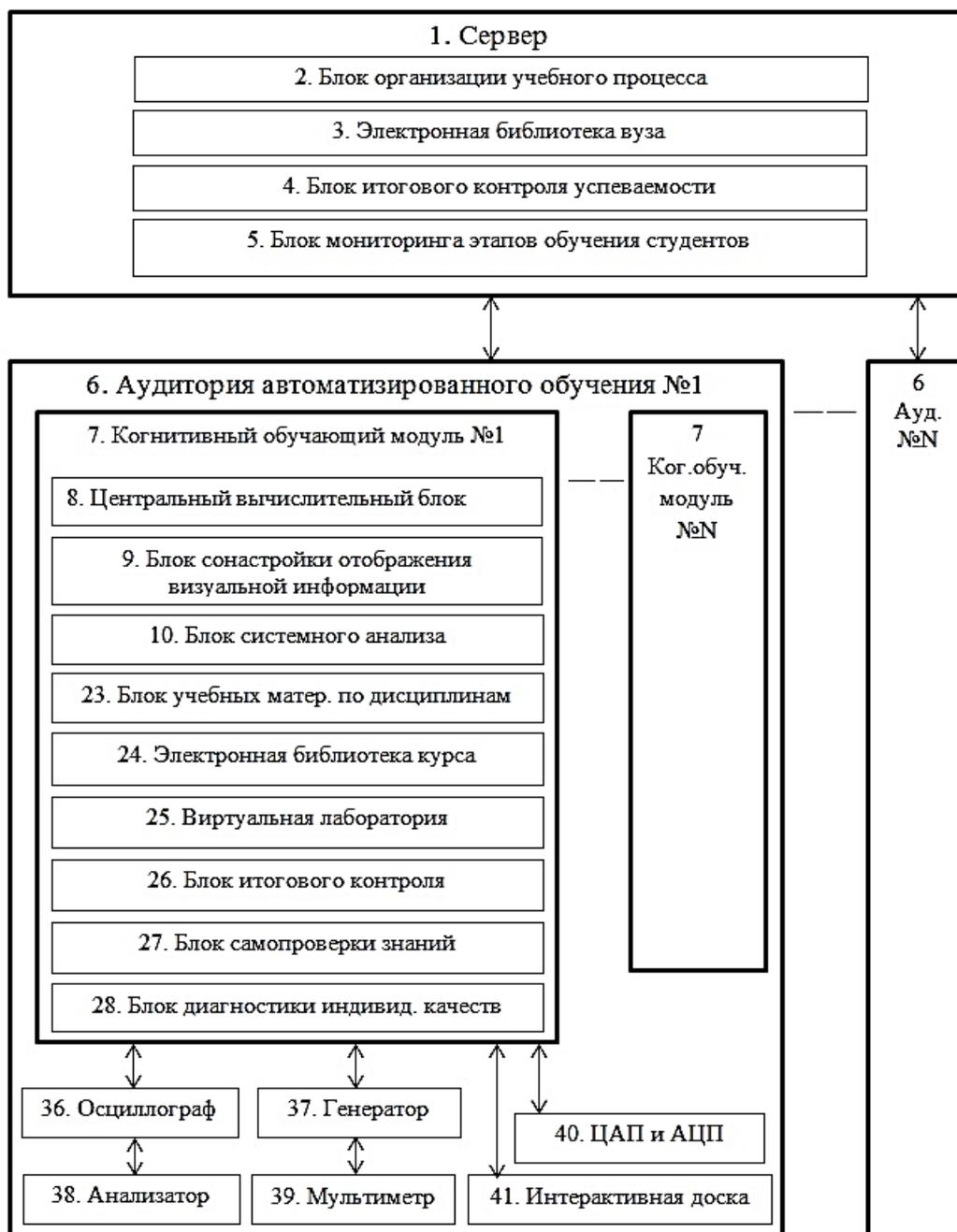


Рисунок 5. Структурная схема когнитивной автоматизированной обучающей системы

Значительно повышает эффективность восприятия нового учебного материала оптимизация и сонастройка цветового представления учебной информации. Правильный подбор цветового представления информации способствует благотворному влиянию на психо-эмоциональное состояние студентов: — к примеру на сангвника и холерика более благотворно влияет зеленый и голубой цвета, но отрицательно воздействуют на флегматика и меланхолика [8, 9].

На начальном этапе когнитивная обучающая система производит анализ исходного состояния (первоначальных знаний студентов) и посредством узла контроля проблемы активирует команду на запуск процесса обучения.

В процессе взаимодействия с обучающей системой выявляются личностные особенности обучающихся и посредством узла выделения когнитивных элементов психофакторов формируются корректирующие воздействия, которые поступают на узел

корректировки алгоритма системного анализа, что в конечном итоге формирует команды на устранение выявленных проблем.



Рисунок 6. Структурная схема блока системного анализа



Рисунок 7. Структурная схема блока диагностики индивидуальных качеств

Особенностью алгоритма обучающей системы является применение «элементов нечеткости», позволяющих при принятии решений когнитивной обучающей системой формировать команды на корректировку входных данных, сформированных на момент начала учебного процесса, тем самым изменять алгоритм функционирования всей системы.

#### *Выводы*

1. Усовершенствование системного анализа за счет введения новых когнитивных элементов психофакторов значительно увеличивает точность системного анализа в процессе принятия решений.

2. Повышению эффективности образовательного процесса способствует применение в узле анализа и синтеза «элементов нечеткости».

3. Повышению эффективности образовательного процесса способствует применение в составе обучающей системы модулей самопроверки качества усвоения изучаемого материала.

4. Повышению эффективности образовательного процесса способствует наличие в средствах отображения визуальной информации обучающей системы функции изменения цветового представления учебного материала.

#### *Список литературы:*

1. Потапова К. С., Гумберидзе М. Э. Анализ компьютерных обучающих систем в процессе обучения // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 9-1(20-1). С. 252-256.

2. Алексеев С. А., Гончар А. А., Парфенов Н. П., Стахно Р. Е., Яковлева Н. А. Анализ проблем моделирования автоматизированной обучающей системы тренажерной подготовки // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 284-295.

3. Цыбов Н. Н. Факторы, влияющие на эффективность процесса обучения в технических вузах // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 345-357. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/45>

4. Куприянова С. Н. Анализ процедур системного анализа // Новая наука: От идеи к результату. 2016. № 4-1. С. 49-51.

5. Куприянова С. Н. Анализ задач системного анализа // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2016. № 5-2 (83). С. 127-129.

6. Ампилогова Я. В. Совершенствование методики системного анализа и распределения финансовых ресурсов на основе анализа результатов деятельности предприятия // Актуальные направления развития учета, анализа и аудита в управлении экономическими субъектами в условиях неопределенности: сборник научных трудов международного экономического форума. 2018. С. 127-130.

7. Цыбов Н. Н. Когнитивные обучающие системы с учетом психофакторов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 2 (29). С. 139-145.

8. Логвинов С.С. Методика системного анализа проявления свойств человека-оператора в обучающей эргатической системе // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12. № 2. С. 88-89.

9. Логвинов С.С. Методика системного анализа проявления свойств человека-оператора в обучающей эргатической системе // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13. № 4. С. 137-138.

*References:*

1. Potapova, K. S., & Gumberidze, M. E. (2015). Analiz komp'yuternykh obuchayushchikh sistem v protsesse obucheniya. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika*, 3(9-1(20-1)). 252-256. (in Russian)
2. Alekseev, S. A., Gonchar, A. A., Parfenov, N. P., Stakhno, R. E., & Yakovleva, N. A. (2018). Analiz problem modelirovaniya avtomatizirovannoi obuchayushchei sistemy trenazherno podgotovki. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*, (4). 284-295. (in Russian)
3. Tsybov, N. (2019). Factors Affecting the Efficiency of the Training Process in Technical Universities. *Bulletin of Science and Practice*, 5(7), 345-357. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/45> (in Russian).
4. Kupriyanova, S. N. (2016). Analiz procedur sistemnogo analiza. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*, (4-1). 49-51. (in Russian)
5. Kupriyanova, S. N. (2016). Analiz zadach sistemnogo analiza. *Novaya nauka: Opyt, tradicii, innovacii*, (5-2(83)). 127-129. (in Russian)
6. Ampilogova, Ya. V. (2018). Sovershenstvovanie metodiki sistemnogo analiza i raspredeleniya finansovykh resursov na osnove analiza rezul'tatov deyatelnosti predpriyatiya. In *V sbornike: Aktual'nye napravleniya razvitiya uchyota, analiza i audita v upravlenii ekonomicheskimi sub'ektami v usloviyah neopredelyonnosti Mezhdunarodnyy ekonomicheskij forum: sbornik nauchnykh trudov. Pod obshchej redakciej N.A. Lytnevoj*, 127-130. (in Russian)
7. Tsybov, N. (2019). Kognitivnye obuchayushchie sistemy s uchetom psikhofaktorov. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologii*, (2(29)). 139-145. (in Russian).
8. Logvinov, S. S. (2005). Metodika sistemnogo analiza proyavleniya svoystv cheloveka-operatora v obuchayushchei ergaticheskoi sisteme. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 12. (2). 88-89. (in Russian).
9. Logvinov, S. S. (2006). Metodika sistemnogo analiza proyavleniya svoystv cheloveka-operatora v obuchayushchei ergaticheskoi sisteme. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 13(4). 137-138. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 14.12.2019 г.*

*Принята к публикации  
19.12.2019 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Шаршеналиев Ж., Цыбов Н. Н. Усовершенствования системного анализа при проектировании когнитивных обучающих систем // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №1. С. 226-236. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/25>

*Cite as (APA):*

Sharshenaliev, Zh, & Tsybov, N. (2019). System Analysis Enhancement in Cognitive Learning Systems Engineering. *Bulletin of Science and Practice*, 6(1), 226-236. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/25> (in Russian).