

Г.А. САМИГУЛИНА, д-р техн. наук, зав. лаб. "Интеллектуальные системы управления и прогнозирования", Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан,

З.И. САМИГУЛИНА, вед. научн. сотр., Ph.D, лаб. "Интеллектуальные системы управления и прогнозирования", Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРОВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Исследования посвящены разработке инновационной интеллектуальной системы дистанционного обучения инженеров. В связи с бурным развитием техники и новых технологий остро стоит проблема подготовки квалифицированных инженерных кадров. Перспективным направлением является дистанционное обучение специалистов технических специальностей на современном оборудовании в лабораториях коллективного пользования. Обработка персональных данных обучающихся с целью выбора индивидуального плана обучения для каждого студента осуществляется на основе иммунносетевого моделирования. Ил.: 1. Библиогр.: 21 назв.

Ключевые слова: дистанционное обучение; обучение инженеров; интеллектуальные технологии; иммунносетовое моделирование; лаборатории коллективного пользования.

Постановка проблемы. В настоящее время актуальной является проблема организации качественного инженерного образования с целью обучения специалистов современным наукоёмким технологиям на новейшем промышленном оборудовании. Как правило, высшее и послевузовское образование недоступно действующим специалистам, так как очная форма обучения не позволяет повышать квалификацию без отрыва от производства. Еще одной проблемой является географическая удаленность потенциальных студентов от высших учебных заведений, что существенно затрудняет обучение. В мировой практике используются различные формы организации процесса обучения, в том числе хорошо зарекомендовало себя дистанционное обучение (ДО). Данный вид обучения объединяет различные виды обучения с использованием современных информационных интеллектуальных технологий и позволяет дистанционно подключаться к лабораториям коллективного пользования для изучения современного дорогостоящего оборудования.

Анализ литературы. В настоящее время ведущие мировые

университеты такие как: Университет Южной Африки (University of South Africa), Британский Открытый Университет, Ферн Университет (Fern Universität in Hagen), Национальный Университет Дистанционного образования (National Distance Education University, UNED) в Испании, Балтийский университет (BU) и др. практикуют дистанционное обучение.

Опубликовано много статей по данной теме. Представлены исследования по внедрению дистанционного обучения в различных странах, таких как Россия, Австралия, Турция, Саудовская Аравия и проведен сравнительный анализ эффективности использования ДО в работах [1, 2]. Работа [3] посвящена разработке специальных методик использования различных симуляторов в ДО. В статье [4] предлагаются современные подходы искусственного интеллекта (ИИ) и когнитивные технологии для улучшения традиционных методов преподавания в онлайн режиме. В работе [5] представлены новейшие разработки в области ДО, в которых с успехом используются онтологические модели, рассматривается создание виртуальных лабораторий и т.д. Помимо обучающих технологий в настоящее время ведутся разработки дистанционных образовательных сред для доступа к лабораториям коллективного пользования. В работе [6] описана экспериментальная система, позволяющая студентам проводить дистанционные исследования на фотоэлектрическом модуле. Широко используются следующие подходы ИИ: нейронные сети (НС) [7, 8], генетические алгоритмы (ГА) [9, 10], искусственные иммунные системы (ИИС) [11] и др.

Актуально дистанционное обучение людей с ограниченными возможностями, особенно по зрению. Люди с ограниченными возможностями зрения (ЛОВЗ) нуждаются в адаптации к обучающей среде с помощью специального программного обеспечения и создания новых принципов функционирования ДО [12]. Исследования [13, 14] посвящены разработке smart-системы ДО на основе применения совокупности интеллектуальных и статистических методов для обработки многомерных данных при учете психофизиологических особенностей восприятия и осознания обучающей информации людьми с ограниченными возможностями зрения.

В настоящее время разработано огромное количество образовательных платформ, которые предлагают свои курсы ДО, такие как: Coursera, EDX; Udacity; Open Yale Courses; Teamtreehouse и т.д. Организация ДО осуществляется в среде Интернет с использованием специального программного обеспечения (оболочек). Наиболее распространенными оболочками являются: Sharepointlms, JoomlaLMS, OpenNet и MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning

Environment). За счет открытого программного кода MOODLE получила широкую известность, система переведена на более чем 75 языков и используется почти в 50 тысячах организаций из 200 стран мира.

Таким образом, для решения проблемы подготовки высококвалифицированных инженерных кадров и организации дистанционных курсов повышения квалификации актуально использование подходов ИИ, которые применяются при обработке персональных данных обучающихся, составлении индивидуальных планов обучения, обработке многомерных данных, прогнозе результатов и оперативной корректировке процесса получения знаний.

Цель статьи – исследования в области разработки инновационной интеллектуальной системы дистанционного обучения специалистов технических специальностей (инженеров) с использованием современного дорогостоящего оборудования в лабораториях коллективного пользования на основе искусственных иммунных систем.

Интеллектуальная система дистанционного обучения и обработка персональных данных обучающихся на основе ИИС. В связи с тем, что система ДО во многом является автоматизированным автономным ресурсом целесообразно использование современных интеллектуальных подходов создания индивидуальной траектории и оперативной корректировки учебного процесса. Разработана интеллектуальная система дистанционного обучения (ИСДО) на основе искусственных иммунных систем [15 – 17].

Далее рассмотрим более детально алгоритм 1 обработки персональных данных студентов на основе иммунносетевой технологии.

Алгоритм 1:

1. Тестирование и определение персональных данных. Осуществляется базовое тестирование обучающихся по изучаемым дисциплинам с использованием когнитивных технологий. Формируется психологический портрет обучающихся с набором персональных характеристик, начиная от способности восприятия информации, до наличия базовых знаний по изучаемой дисциплине. На основе результатов тестирования определяются индивидуальные признаки (ИП) каждого обучающегося.

2. База данных и база знаний. Далее формируется база данных на основе ИП студентов и с помощью экспертов создаются базы знаний.

3. Предобработка данных. Информация в базах данных ИП представлена в виде временных рядов и может иметь избыточный характер, поэтому перед началом анализа данных проводится ее предварительная обработка с помощью различных методов. Для выделения информативных признаков используется

мультиалгоритмический подход [17], в основе которого лежит идея применения различных методов ИИ. С помощью нейронных сетей и программного обеспечения NeuroShell можно выделить показатель относительной меры важности параметра в общей совокупности данных. Применяя алгоритм RANDOM FOREST в среде RStudio можно ранжировать признаки по степени значимости. Также возможно использование методов роевого интеллекта [18]. Выбирается тот метод ИИ, который дает минимальную ошибку обобщения при иммунносетевом моделировании.

4. *Оптимальная структура иммунной сети.* Здесь осуществляется построение оптимальной структуры иммунной сети по весовым коэффициентам информативных признаков, а также производится редукция малоинформативных признаков.

5. *Классификация студентов.* Далее осуществляется классификация обучающихся по уровням знаний, практическим навыкам, творческим способностям, логическому мышлению на основе мнений экспертов, а также определяется требуемый инженерный профиль обучения.

6. *Распознавание образов на основе иммунносетевого моделирования.* Осуществляется формирование матриц эталонов (антигенов) $\mathfrak{R} = \{\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_K\}$, где K – это количество классов, для каждого класса по информативным признакам обучающихся формируются матрицы с оптимальной структурой, выполняется сингулярное разложение данных матриц и определение правых и левых сингулярных векторов: $\{x_1, y_1\}, \{x_2, y_2\}, \dots, \{x_n, y_n\}$, где n – количество матриц эталонов [19 – 21]. Производится обучение системы по эталонам с помощью учителя. Далее формируются матрицы образов (антигены) по индивидуальным признакам обучающихся: $\mathfrak{Z} = \{\mathfrak{Z}_1, \mathfrak{Z}_2, \dots, \mathfrak{Z}_n\}$, где n – количество образов. Рассчитывается значение минимальной энергии связи между формальными пептидами (антигенами и антителами) и решается задача распознавания образов: $\varpi_1 = -x_1^T \mathfrak{Z}_1 y_1, \varpi_2 = -x_2^T \mathfrak{Z}_2 y_2,$

$\varpi_n = -x_n^T \mathfrak{Z}_n y_n$. Минимальное значение ϖ показывает класс, к которому принадлежит данный образ: $K : \varpi_n = \min \{\varpi_1, \varpi_2, \varpi_r\}$. Затем осуществляется оценка энергетических погрешностей [17]. В качестве технической реализации используется авторское программное обеспечение в пакете прикладных программ MATLAB [16].

7. *Принятие решений и построение индивидуального плана обучения.* После обработки персональных данных обучающихся осуществляется комплексная оценка знаний, группировка обучающихся по классам, прогноз качества получаемого образования каждым

обучающимся и оперативное управление процессом дистанционного обучения в среде Интернет. Осуществляется построение индивидуального плана обучения студента на базе комбинирования готовых моделей дисциплин.

Структурная схема интеллектуальной информационной системы дистанционного обучения приведена на рис. 1.

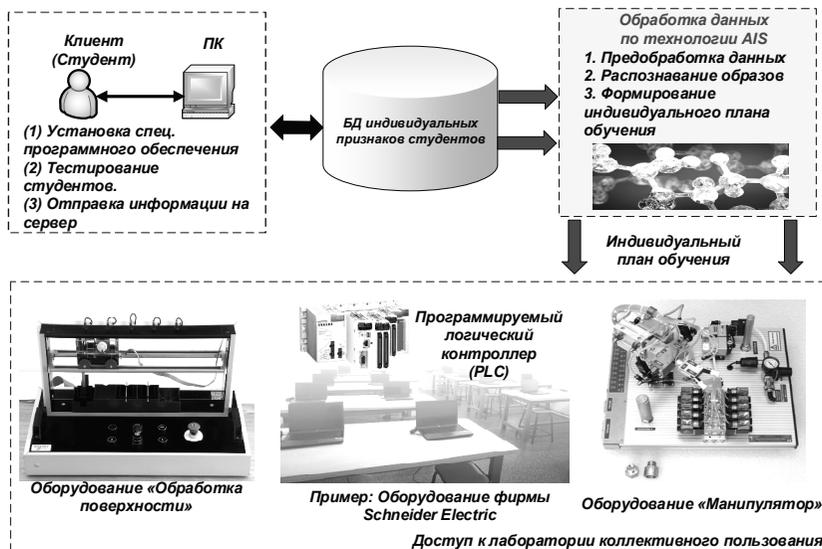


Рис. 1. Структурная схема интеллектуальной информационной системы ДО

Доступ к лаборатории коллективного пользования. Интеллектуальная информационная система ДО подключается к лаборатории коллективного пользования "Казахстанско-Французского образовательного центра (КазФЭЦ)" при КазНТУ им. К.И. Сатпаева. В данной лаборатории представлено современное промышленное оборудование на основе микропроцессорной техники фирмы Schneider Electric. Программное обеспечение (ПО) и оборудование располагает возможностями организации ДО через OPC сервер для считывания данных с реального контроллера. Использование ПО Unity Pro L и OPC Factory Server позволяют организовывать работу в режиме симулятора.

Симулятор программы *Unity Pro L* позволяет осуществлять поиск ошибок в проекте без связи с реальным программируемым логическим контроллером (ПЛК). Все задачи проекта (*Mast, Fast, AUX* и *Event*), которые выполняются на настоящем ПЛК, также доступны в симуляторе. Наряду с программой *Unity Pro L* программа *OPC Factory Server (OFS)* также может функционировать в режиме симулятора. Существует три варианта доступа к серверу *OPC*: чисто в локальном режиме, доступ через классическую настройку *DCOM* сети, доступ через *INTERNET*

интерфейс HTTP. Используется модель "клиент – сервер". При дистанционном обучении через сервер OPC с реальным оборудованием предлагается следующий алгоритм 2, в котором описан доступ к лаборатории коллективного пользования на базе КазФЭЦ.

Алгоритм 2:

1. Клиент получает доступ к серверу, который связан с базой данных.
2. Загружается специальное программное обеспечение и клиент получает определенное задание для выполнения на свой компьютер.
3. Осуществляется настройка симуляторов.
4. Клиентом выполняется задание в режиме симулятора.
5. Осуществляется тестирование выполненного задания.
6. В случае правильного выполнения упражнений клиент получает доступ к реальному оборудованию через INTERNET для тестирования своей программы в режиме стандартного соединения.

Выводы. Предложенная технология открывает широкий спектр возможностей по организации многостороннего информационного обмена между интеллектуальной системой ДО на основе ИИС и реальным дорогостоящим оборудованием в лабораториях коллективного пользования. Обучающиеся различных целевых групп, в том числе и действующие сотрудники предприятий, имеют возможность ДО без отрыва от производства. Анализ персональных данных с помощью ИИС позволяет составить индивидуальную траекторию обучения на основе модульных образовательных курсов. Удаленный доступ к современному оборудованию дает возможность получения уникальных практических навыков, необходимых для качественного профессионального обучения в режиме реального времени.

Исследования проводятся по гранту № ГР 0215РК01472 КН МОН РК по теме: "Разработка информационной технологии, алгоритмов и программно-аппаратного обеспечения для интеллектуальных систем управления сложными объектами в условиях параметрической неопределенности" (2015 – 2017 гг.).

Список литературы: 1. *Zawacki-Richter O.* The Development of Distance Education Systems in Turkey, the Russian Federation and Saudi Arabia / *O. Zawacki-Richter, S. Bedenlier, U. Alturki, A. Aldraiweesh, D. Püplichhuysen* // *European Journal of Open, Distance and e-Learning.* – 2015. – № 18 (2). – P. 113-129. 2. *Zhang L.* Scale and scope economies of distance education in Australian universities / *L. Zhang, A.C. Worthington* // *Studies in Higher Education.* – 2016. – P. 14-17. 3. *Khan M.S.* Embodied head gesture and distance education / *M.S. Khan, S. Rahman* // *Proceedings 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences.* – 2015. – № 3. – P. 2034-2041. 4. *Vasilenko E.A.* The development of information-education materials for systems of distance learning: Protection of Intellectual Property, an example of a course of study / *E.A. Vasilenko, T.V. Meshcheryakova, E.M. Kol'tsova, E.A. Dikaya*

- // Scientific and Technical Information Processing. – 2011. – № 38 (3). – P. 193-200.
- 5. Różewski P.** Intelligent Open Learning Systems / *P. Różewski, E. Kusztna, R. Tadeusiewicz, O. Zaikin*. – 2011. – P. 87-92. **6. Axaopoulos P.J.** Photovoltaic engineering e-learning applications developed for remote laboratory experimentation systems / *P.J. Axaopoulos, E.D. Fylladitakis* // International Journal of Energy and Environmental Engineering. – 2014. – № 78 (5). – P. 1-10. **7. Luo Q.** Emotion Recognition in Modern Distant Education System by Using Neural Networks and SVM / *Q. Luo* // Applied Computing, Computer Science, and Advanced Communication. – 2009. – № 34. – P. 240-247. **8. Salsedo P.L.** Knowledge-Based Systems: A Tool for Distance Education / *P.L. Salsedo., M.A. Pinninghoff, R.A. Contreras* // Lecture Notes in Computer Science. – 2009. – № 5601. – P. 87-96. **9. Crespo R.M.** An Algorithm for Peer Review Matching Using Student Profiles Based on Fuzzy Classification and Genetic Algorithms / *R.M. Crespo, A. Pardo, J.P. Perez, C.D. Kloos* // Lecture Notes in Computer Science. – 2005. – № 3533. – P. 685-694. **10. Márquez-Vera C.** Predicting student failure at school using genetic programming and different data mining approaches with high dimensional and imbalanced data / *C. Márquez-Vera, A. Cano, C. Romero, S. Ventura* // Applied Intelligence. – 2013. – № 38 (3). – P. 315-330. **11. Samigulina G.A.** The Information System of Distance Learning for People with Impaired Vision on the Basis of Artificial Intelligence Approaches / *G.A. Samigulina, A.S. Shayakhmetova* // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2015. – № 41. – P. 255-263. **12. Samigulina G.A.** Intelligent System of Distance Education of Engineers, based on Modern innovative Technologies / *G.A. Samigulina, Z.I. Samigulina* // Proceedings of the II International Conference on Higher Education Advances, HEAd'16. Procedia-Social and Behavioral Sciences. – Valencia, Spain: Elsevier, 21-23 June 2016. – № 228. – P. 229-236. **13. Nikashina N.** Particular of development people with confined eyesight / *N. Nikashina* // Vector of science. – 2012. – Vol. 2 (9). – P. 223-226. **14. Samigulina G.A.** Smart-system of distance learning of visually impaired people based on approaches of artificial intelligence / *G.A. Samigulina, S.A. Shayakhmetova* // J. Open Engineering. – 2016. – № 6. – P. 359-366. **15. Самигулина Г.А.** Моделирование технологии дистанционного обучения на основе искусственных иммунных систем / *Г.А. Самигулина* // Информатика. – 2010. – № 4 (28). – P. 105-111. **16. Самигулина, Г.А.** Разработка интеллектуальной системы управления дистанционным образованием на основе иммунносетевого моделирования / *Г.А. Самигулина, З.И. Самигулина*. – Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права в Комитете по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. – 2010. – № 1882. – 19 с. **17. Samigulina G.A.** Intellectual systems of forecasting and control of complex objects based on artificial immune systems / *G.A. Samigulina., Z.I. Samigulina*. – Science Book Publishing House. – 2014. – 189 p. **18. Олейник Ан.А.** Агентные технологии для отбора информативных признаков / *Ан.А. Олейник, Ал.А. Олейник, С.А. Субботин* // Кибернетика и системный анализ. – 2012. – № 2. – С. 113-125. **19. Tarakanov A.O.** Formal peptide as a basic of agent of immune networks: from natural prototype to mathematical theory and applications / *Tarakanov A.O.* // Proc. 1st Int. workshop of central and Eastern Europe on Multi-Agent Systems (CEEMAS'99). – 1999. – P. 281-292. **20. Tarakanov A.O.** Formal Immune Networks: Self-Organization and Real-World Applications / *A.O. Tarakanov, A.V. Borisova* // Advances in Applied Self-organizing Systems. – 2013. – P. 321-341. **21. Tarakanov A.** Foundations of immunocomputing / *A. Tarakanov, G. Nicosia* // In: Proceedings of the 1-st IEEE Symposium on Foundations of Computational Intelligence (FOCI'07). – 2007. – P. 503-508.

References

1. Zawacki-Richter, O., Bedenlier, S., Alturki U., Aldraiweesh, A., and Pülplichhuysen, D. (2015), "The Development of Distance Education Systems in Turkey, the Russian Federation and Saudi Arabia". *European Journal of Open, Distance and e-Learning*, No. 18 (2), pp. 113-129.
2. Zhang, L., and Worthington, A.C. (2016), "Scale and scope economies of distance education in Australian universities. Scale and scope economies of distance education in Australian universities". *Studies in Higher Education*, pp. 14-17.
3. Khan, M.S., and Rahman, S. (2015), "Embodied head gesture and distance education". *6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences*, AHFE 2015, No. 3, pp. 2034-2041.
4. Vasilenko, E.A., Meshcheryakova, T.V., Koltsova, E.M., and Dikaya E.A. (2011), "The development of information-education materials for systems of distance learning: "Protection of Intellectual Property", an example of a course of study". *Scientific and Technical Information Processing*, No. 38 (3), pp. 193-200.
5. Różewski, P., Kusztna, E., Tadeusiewicz, R., and Zaikin, O. (2011), *Intelligent Open Learning Systems*, pp. 87-92.
6. Axaopoulos, P.J., and Fylladitakis, E.D. (2014), "Photovoltaic engineering e-learning applications developed for remote laboratory experimentation systems". *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, No. 78 (5), pp. 1-10.
7. Luo, Q. (2009). "Emotion Recognition in Modern Distant Education System by Using Neural Networks and SVM". *Applied Computing, Computer Science, and Advanced Communication*, No. 34, pp. 240-247.
8. Salsedo, P.L., Pinninghoff, M.A., and Contreras, R.A. (2009), "Knowledge-Based Systems: A Tool for Distance Education". *Lecture Notes in Computer Science*, No. 5601, pp. 87-96.
9. Crespo, R.M., Pardo, A., Perez, J.P., and Kloos, C.D. (2005), "An Algorithm for Peer Review Matching Using Student Profiles Based on Fuzzy Classification and Genetic Algorithms". *Lecture Notes in Computer Science*, No. 3533, pp. 685-694.
10. Márquez-Vera, C., Cano, A., Romero C., and Ventura, S. (2013), "Predicting student failure at school using genetic programming and different data mining approaches with high dimensional and imbalanced data". *Applied Intelligence*, No. 38 (3), pp. 315-330.
11. Samigulina, G., and Shayakhmetova, A. (2015), "The Information System of Distance Learning for People with Impaired Vision on the Basis of Artificial Intelligence Approaches". *Smart Innovation, Systems and Technologies*, No. 41, pp. 255-263.
12. Samigulina, G.A., and Samigulina, Z.I. (2016), "Intelligent System of Distance Education of Engineers, based on Modern innovative Technologies". *In Proc. of the II International Conference on Higher Education Advances*, HEAd'16. Procedia- Social and Behavioral Sciences. Valencia, Spain: Elsevier, No. 228, pp. 229-236.
13. Nikashina, N. (2012), "Particular of development people with confined eyesight". *Vector of science*. Vol. 2 (9), pp. 223-226.
14. Samigulina G.A., and Shayakhmetova A.S. (2016), "Smart-system of distance learning of visually impaired people based on approaches of artificial intelligence". *Journal Open Engineering*, No. 6, pp. 359-366.
15. Samigulina G.A. (2010), "Modeling of distance learning technology based on artificial immune systems". *Computer science*, No. 4 (28), pp. 105-111.
16. Samigulina G.A., and Samigulina, Z.I. (2010), "Development of an intelligent remote education management system based on immune-network modeling". Certificate of state registration of rights to the object of copyright In the Committee on Intellectual Property Rights MYu RK, No. 1882, 19 p.

17. Samigulina, G.A., and Samigulina, Z.I. (2014), "Intellectual systems of forecasting and control of complex objects based on artificial immune systems". *Science Book Publishing House*, 189 p.
18. Oleynik Ahn. And., Oleynik Al. And., and Subbotin S.A. (2012), *Agentny technologies for selection of informative signs. Cybernetics and system analysis*, No. 2, pp. 113-125.
19. Tarakanov, A.O. (1999), "Formal peptide as a basic of agent of immune networks: from natural prototype to mathematical theory and applications". *In Proc. 1st Int. workshop of central and Eastern Europe on Multi-Agent Systems (CEEMAS'99)*, pp. 281-292.
20. Tarakanov, A.O., and Borisova, A.V. (2013), "Formal Immune Networks: Self-Organization and Real-World Applications". *Advances in Applied Self-organizing Systems*, pp. 321-341.
21. Tarakanov, A., and Nicosia, G. (2007), "Foundations of immunocomputing". *In: Proceedings of the 1-st IEEE Symposium on Foundations of Computational Intelligence (FOCI'07)*, pp. 503-508.

Статью представил д-р техн. наук, проф. НТУ "ХПИ" Леонов С.Ю.

Поступила (received) 11.04.2017

Samigulina Galina, Dr. Sci. Tech,
Institute of Information and Computing Technologies,
Str. Pushkeen, 125, Almaty, Kazakhstan, 050010,
Tel:+7(777)244-43-67, e-mail: galinasamigulina@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-1798-9161

Samigulina Zarina, Ph.D,
Institute of Information and Computing Technologies
Str. Pushkeen, 125, Almaty, Kazakhstan, 050010,
Tel:+7(702)218-97-73, e-mail: zarinasamigulina@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-5862-6415

УДК 004.89:043

Дистанційне навчання інженерів на основі сучасних інноваційних інтелектуальних технологій / Самігуліна Г.А., Самігуліна З.І. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2017. – № 21 (1243). – С. 166 – 175.

Дослідження присвячені розробці інноваційної інтелектуальної системи дистанційного навчання інженерів. У зв'язку з бурхливим розвитком техніки і нових технологій гостро стоїть проблема підготовки кваліфікованих інженерних кадрів. Перспективним напрямком є дистанційне навчання фахівців технічних спеціальностей на сучасному обладнанні в лабораторіях колективного користування. Обробка персональних даних учнів з метою вибору індивідуального плану навчання для кожного студента здійснюється на основі імунорежевого моделювання. Іл.: 1. Бібліогр.: 21 назв.

Ключові слова: навчання інженерів, дистанційне навчання; інтелектуальні технології; імуносетевое моделювання; лабораторії колективного користування.

УДК 004.89:043

Дистанционное обучение инженеров на основе современных инновационных интеллектуальных технологий / Самигулина Г.А., Самигулина З.И. // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2017. – № 21 (1243). – С. 166 – 175.

Исследования посвящены разработке инновационной интеллектуальной системы дистанционного обучения инженеров. В связи с бурным развитием техники и новых технологий остро стоит проблема подготовки квалифицированных инженерных кадров. Перспективным направлением является дистанционное обучение специалистов технических специальностей на современном оборудовании в лабораториях коллективного пользования. Обработка персональных данных обучающихся с целью выбора индивидуального плана обучения для каждого студента осуществляется на основе иммуносетевого моделирования. Ил.: 1. Библиогр.: 21 назв.

Ключевые слова: обучение инженеров; дистанционное обучение; интеллектуальные технологии; иммуносетевое моделирование; лаборатории коллективного пользования.

УДК 004.89:043

Distance education of the engineers on the basis of the modern innovative intellectual technologies / Samigulina G.A., Samigulina Z.I. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2017. – № 21 (1243). – P. 166 – 175.

The research is devoted to the development of an innovative intelligent distance education system for engineers. Due to the rapid development of the technology and new technologies acute problem of the training qualified engineering staff. Promising direction is the remote training of the technical specialties specialists on the basis of modern equipment in the laboratories for common use. Processing of the student's personal data with the purpose of choosing an individual education plan for each student realize on the basis of immune net modeling. Figs.: 1. Refs.: 21 titles.

Keywords: education system for engineers; distance education; intellectual technologies; immune net modeling; laboratories for common use.