

ГИБРИДНАЯ АДАПТИВНАЯ МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ С МАГИСТРАНТАМИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

О.В. Дрозд, П.А. Русских

Аннотация. В связи с широким внедрением производственной концепции «Индустрия 4.0» возникает потребность в подготовке специалистов, владеющих не только методами организации сетей связи, но и понимающих специфику организации автоматизированных систем управления предприятием различных уровней и имеющих навыки проектной деятельности. В статье рассматривается реализация гибридного адаптивного учебного курса «Беспроводные технологии в управлении технологическими и производственными процессами», используемые при этом модели и методики. В данном учебном курсе реализованы методика групповой проектной деятельности по реализации беспроводных систем контроля и управления технологическими процессами и производствами, адаптивная методика преподавания дисциплины с учетом образовательного и профессионального опыта обучающихся и смешанная модель обучения. Детально рассмотрена реализация предлагаемых методик. Также рассмотрен пример реализации проектной лабораторной работы с формированием индивидуальных проектных ролей обучающихся. Предложенная гибридная адаптивная методика может использоваться при обеспечении учебного процесса магистратуры инженерно-технических направлений подготовки, предполагающих приобретение обучающимися навыков организации проектной деятельности.

Ключевые слова: практико-ориентированное обучение, проектное обучение инженерно-техническим дисциплинам, смешанная модель обучения, адаптивная методика преподавания.

116

Для цитирования: Дрозд О.В., Русских П.А. Гибридная адаптивная методика обеспечения проектной работы с магистрантами инженерно-технического направления подготовки // Преподаватель XXI век. 2022. № 4. Часть 1. С. 116–127. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-4-116-127

HYBRID ADAPTIVE METHODOLOGY FOR PROVIDING MASTER'S STUDENTS IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY WITH PROJECT WORK

O.V. Drozd, P.A. Russkikh

Abstract. Due to the widespread implementation of the production concept “Industry 4.0” there is a need to train specialists, who not only know the methods of organizing

© Дрозд О.В., Русских П.А., 2022



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

communication networks, but also understand the specifics of the organization of automated enterprise management systems of various levels and have skills of project management activities. The article deals with the implementation of a hybrid adaptive training course “Wireless technologies in the management of technological and production processes”, the models and methods used in this case. This course implements a methodology of group project activity on implementing wireless systems of control and management of technological processes and productions, an adaptive methodology of teaching the discipline taking into account the educational and professional experience of the students and a mixed model of teaching. Implementation of the proposed methods is considered in detail. The example of implementation of project laboratory work with the formation of individual project roles of students is also considered. The proposed hybrid adaptive methodology can be used in the educational process of master’s degree students of engineering and technical areas of training, involving the acquisition of students’ skills in organizing project management activities.

Keywords: *practice-oriented learning, project-based learning in engineering disciplines, blended learning model, adaptive teaching methodology.*

Cite as: Drozd O.V., Russkikh P.A. Hybrid Adaptive Methodology for Providing Master’s Students in Engineering and Technology with Project Work. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2022, No. 4, part 1, pp. 116–127. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-4-116-127

Введение

Беспроводные сети связи, широко используемые в сегменте потребительской электроники, также находят применение в ранее не свойственных им задачах обеспечения технологических процессов и производств в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» [1, с. 163–171]. Внедрение распределенных беспроводных сетей контроля и управления в различных областях добывающей и перерабатывающей промышленности, энергетики и транспорта показало, что непосредственный перенос профессиональных компетенций по организации беспроводной коммуникации из потребительского сектора существенно затруднен существующей производственной спецификой [2; 3].

Методы проектирования беспроводных сетей, используемые протоколы обмена данными, программные и аппаратные средства рассматриваются в образовательных продуктах общетехнической направленности большинства российских университетов. В частности,

стоит отметить образовательные продукты, посвященные промышленным сетям передачи данных «Промышленные сетевые стандарты» (КФУ) и «Промышленные сети» (НГТУ). К их недостаткам можно отнести то, что в них не рассматривается специфика реализации беспроводных сетей в условиях промышленного предприятия, связанная с интеграцией сетевых ресурсов в автоматизированные системы управления различного уровня, обеспечением надежности сетей, учетом электромагнитной совместимости и помеховой обстановки. Нехватку образовательных продуктов в области промышленных беспроводных сетей отчасти компенсируют тренинги и курсы повышения квалификации, организуемые компаниями-разработчиками средств автоматизации и связи. Из данной категории можно отметить продукты следующих разработчиков [4–6]: Мохэ, Тайвань (IES-W1 — Industrial WLAN Theory & Praxis); Rockwell Automation, США (Industrial Network Architecture), Siemens,

ФРГ (Wireless LAN in Industrial Networks). Стоит отметить, что подобные курсы носят краткосрочный характер и ориентированы на вопросы непосредственной эксплуатации оборудования данного производителя, что неприемлемо для академической практики.

К общим недостаткам указанных выше образовательных продуктов можно отнести следующее:

- недостаточно учитывается предыдущий образовательный и профессиональный опыт обучающихся, не предоставляются альтернативные образовательные траектории;
- не предоставлены механизмы групповой проектной работы обучающихся, приближенной к реальным задачам внедрения промышленных систем беспроводной связи;
- не рассматриваются варианты сочетания аудиторной и онлайн-компонент курса, не рассматриваются смешанные модели организации взаимодействия с обучающимися.

Таким образом, возникает потребность в подготовке специалистов, владеющих не только методами организации сетей связи, но и понимающих специфику организации автоматизированных систем управления предприятием различных уровней и особенности организации устойчивой связи в сложной электромагнитной и помеховой обстановке, типичной для зданий и помещений промышленных предприятий. Подготовка специалистов должна проводиться на стыке двух смежных областей: конструкторско-технологической и планово-управленческой [7; 8]. При этом изучение существующих методов и технологий и получение практических навыков в области организации проектной и управленческой деятельности может быть реализовано в малых группах с использованием

аудиторного и внеаудиторного форматов взаимодействия [9–11].

При разработке данной гибридной адаптивной методики обучения и учебного курса «Беспроводные технологии в управлении технологическими и производственными процессами» предполагается устранить указанные выше недостатки.

Гибридная адаптивная методика обучения инженерно-техническим дисциплинам

Целью изучения курса «Беспроводные технологии в управлении технологическими и производственными процессами» является формирование у студентов профессиональных компетенций в области проектирования и реализации распределенных промышленных беспроводных сетей контроля и управления технологическими процессами и производствами в соответствии с базовыми принципами нового технологического уклада «Индустрия 4.0». Планируемый к реализации учебный курс является одной из составляющих магистерской программы «Киберфизические системы управления производством».

Учебный курс предполагает организацию гибкой практико-ориентированной образовательной среды, обеспечивающей эффективное формирование у студентов проектно-ориентированного подхода к разработке беспроводных сетей передачи данных применительно к задачам автоматизации и управления производством.

Несмотря на то, что массовое внедрение дистанционных образовательных технологий предоставляет инструменты совместной проектной работы обучающихся, специфика инженерно-технического образования предполагает непосредственную работу с оборудованием и приборами, понимание принимаемых

проектных решений и ответственности за них [12]. Дистанционный формат подобной сопричастности не предоставляет, но требуемого педагогического эффекта можно достигнуть, используя смешанную модель обучения с развитым лабораторным практикумом и инструментами командного взаимодействия и поощрения, естественными для новых поколений обучающихся [13–15].

Кроме того, необходимо учитывать индивидуальные потребности и склонности обучающихся, привычные им способы восприятия и работы с информацией. Студенты магистратуры кроме этого предъявляют различные требования к образовательной траектории, связанные с их базовым образованием, опытом и перспективами профессиональной деятельности [16; 17]. Учет данных факторов предполагает формирование индивидуальных проектных ролей и образовательных траекторий освоения материала учебного курса.

Содержание курса направлено на изучение методов и средств проектирования и реализации беспроводных сетей контроля и управления с учетом специфики задач автоматизированного управления технологическими процессами и предприятием в целом, требований к защищенности и надежности функционирования сетей связи в сложных условиях эксплуатации. Организация аудиторной работы в рамках учебного курса реализована с использованием проектного метода обучения. Организация аудиторной и внеаудиторной работы по принципам смешанной модели обучения с использованием активных технологий будет реализована с применением системы дистанционного обучения LMS Moodle и средств видеоконференцсвязи.

В целом в данном учебном курсе реализованы следующие модели и методики:

- методика обучения практическим навыкам коллективной работы и

организации проектной деятельности по реализации беспроводных систем контроля и управления технологическими процессами и производствами;

- смешанная модель обучения с интеграцией аудиторной, внеаудиторной, постаудиторной работы и организацией взаимодействия обучающихся в процессе проектной деятельности;

- адаптивная методика преподавания дисциплины с учетом образовательного и профессионального опыта обучающихся, предполагающая формирование индивидуальных проектных ролей и образовательных траекторий освоения теоретического материала и выполнения лабораторного практикума.

На рис. 1 представлена структурная схема реализации учебной деятельности с использованием предложенных моделей и методик.

Каждый раздел дисциплины содержит следующие компоненты:

- теоретический материал, реализован в формате видеолекции с дополнительным текстовым и мультимедийным материалом;

- удаленный практикум, реализован в виде комплекса заданий (задания на взаимное оценивание и задания с автоматизированной системой оценивания), обеспечивающих закрепление теоретического материала и логический переход от онлайн-составляющей изучаемой темы к аудиторной составляющей;

- лабораторный практикум в аудиторном формате. В процессе лабораторного практикума реализуется групповая проектная работа обучающихся по реализации прототипа беспроводной системы сбора данных и управления технологическим процессом.

- дополнительные инструменты постаудиторной работы и удаленного взаимодействия обучающихся в процессе



Рис. 1. Структурная схема реализации учебной деятельности

выполнения лабораторного практикума (инструменты «форум», «чат» в текстовом и мультимедийном формате).

На рис. 2 представлена структурная организация тематического раздела электронно-обучающего курса.

Перед началом выполнения лабораторных работ необходимо пройти процедуру формирования проектной команды с

распределением проектных ролей между участниками. Кроме этого необходимо ознакомиться с методическими указаниями, в которых изложены необходимые сведения по организации хода выполнения работы и оформлению отчетных материалов, и дополнительными материалами к лабораторной работе (при их наличии). Без выполнения и получения

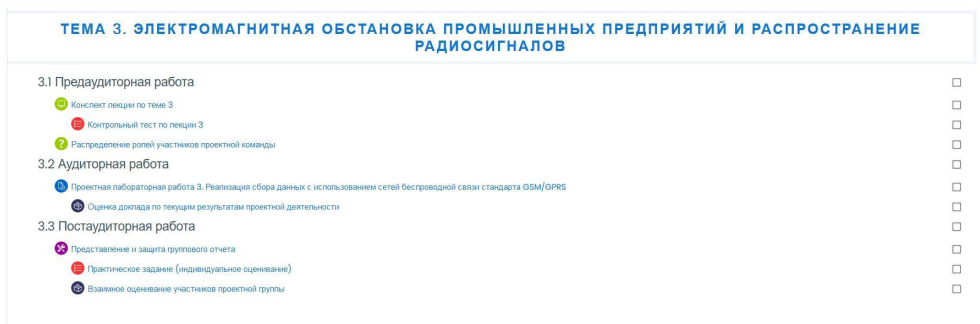


Рис. 2. Структурная организация тематического раздела учебного курса

оценки за предыдущую лабораторную работу невозможно приступить к выполнению следующей. Лабораторными работами снабжены все тематические разделы курса. Временное ограничение по выполнению лабораторных работ обозначено рамками семестра обучения.

Аудиторная работа предполагает обсуждение интерактивной лекции и контрольного задания, поиск ответов на вопросы, которые были трудны в понимании или непонятны вовсе при изучении лекционного материала. Во второй половине аудиторного занятия студентам необходимо разделиться по проектным командам и приступить к выполнению проектной лабораторной работы. Задачи, решаемые каждым участником проектной команды, определяются выбранной ролью.

По результатам проведения проектной лабораторной работы студентам необходимо пройти процедуру индивидуального оценивания в форме набора интерактивных практических заданий, после чего проходит процедура взаимного оценивания вклада членов группы в проектную деятельность команды в целом.

По результатам взаимного оценивания формируются рекомендации по изменению проектных ролей при выполнении последующих лабораторных работ. Перераспределение ролей осуществляется в рамках проектных команд, сформированных при выполнении первой проектной лабораторной работы. Перераспределение ролей осуществляется при следующих условиях:

- 1) каждый участник команды определяет для себя предпочтительную проектную роль;
- 2) каждый участник команды должен принять участие в выполнении лабораторного практикума во всех предложенных проектных ролях, по крайней мере, один раз;

3) распределение проектных ролей для участника команды должно быть в соотношении: 3 (предпочтительная проектная роль)/2/1;

4) участник проектной команды может выбрать одну и ту же проектную роль в двух проектных лабораторных работах подряд не более одного раза (не более одного прямого перехода).

Выполнение данных правил обеспечивается элементами электронного курса. По результатам перераспределения проектных ролей формируется индивидуальная траектория выполнения проектного лабораторного практикума (см. рис. 3).

Постаудиторная работа обучающихся включает:

- процедуру индивидуального оценивания в форме набора интерактивных практических заданий;
- процедуру взаимного оценивания вклада членов группы в проектную деятельность команды в целом;
- этап подготовки группового отчета с обзором полученных проектных решений.

Таким образом, реализуется подход смешанного обучения, представляющий собой последовательность фаз традиционного и электронного обучения, которые чередуются во времени.

Реализация проектного лабораторного практикума

Учебный курс включает ряд групповых проектных лабораторных работ по разработке и реализации компонентов прототипа системы сбора данных и управления технологическим процессом. По результатам выполнения лабораторных работ участники проектных команд проходят этапы индивидуального, взаимного и группового оценивания результатов проектной деятельности с защитой группового отчета.

Рассмотрим пример реализации лабораторной работы «Реализация сбора

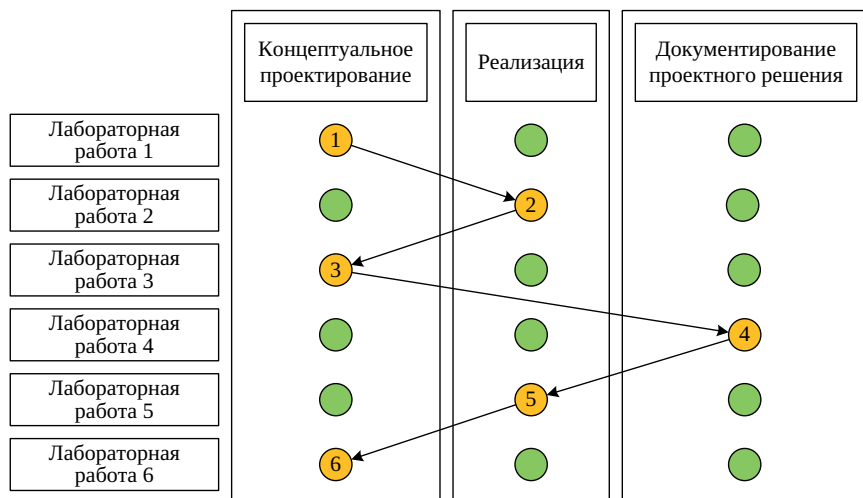


Рис. 3. Пример индивидуальной траектории освоения лабораторного практикума

данных с использованием беспроводной сенсорной сети стандарта ZigBee». В таблице дан пример группового задания для выполнения лабораторного практикума.

В таблице принят следующий формат представления записи параметра технологического процесса, подлежащего дистанционному контролю:

- номинальное значение;
- допустимый диапазон значений;
- единица измерения;
- периодичность опроса;
- расстояние от уровня поля производственного помещения до передающей антенны;

- расстояние от передающей антенны датчика дистанционного контроля до приемной станции.

На рис. 4 представлена структурная схема распределения проектных ролей, их обязанностей и взаимодействия обучающихся в процессе выполнения лабораторной работы.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие программные средства разработки на базе операционной системы Debian GNU/Linux: графическая среда разработки IDE Eclipse, компилятор GNU AVR toolchain (avr-gcc), отладчик avr-gdb, эмулятор

Таблица

Пример группового задания для выполнения лабораторного практикума

Параметр	Значение
Технологический процесс	Производство хлебного кваса
Тип конструкции производственного помещения	Каркас — железобетонные колонны серии КЭ-01-49, высота 9,6 м, покрытия — стальные стропильные фермы, 3 м, материал стен — панели ячеистого бетона
Параметры технологического процесса, подлежащие дистанционному контролю	
Давление на выходе насоса подачи закваски из сборника	0,3 ± 0,0025 МПа, 10 мин., 4 м, 15 м
Уровень жидкости в бродинльно-купажном аппарате	1,5 ± 0,005 м, 1 час, 6 м, 150 м
Температура жидкости в настойном аппарате	36 ± 3,5 С, 15 мин., 6 м, 25 м

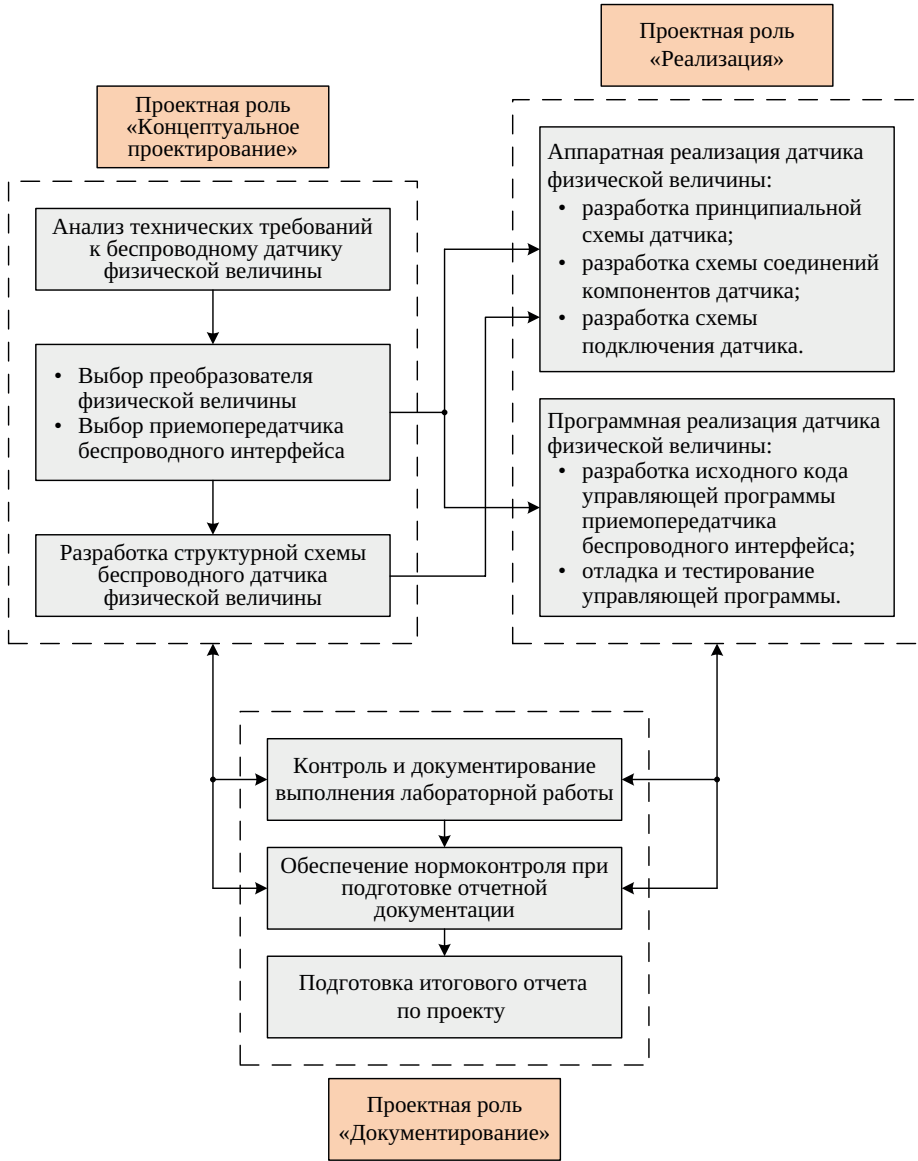


Рис. 4. Структурная схема проектного взаимодействия обучающихся

микроконтроллера архитектуры AVR simulavr, программатор микроконтроллера AVRdude. При реализации системы сбора данных используется отладочная плата на базе микроконтроллера Atmel AVR MİKROE-1385 и модуль приемопередатчика ZigBee MİKROE-987 (производитель — MikroElektronika, Республика Сербия).

По результатам выполнения лабораторной работы каждая проектная группа готовит отчет с обзором полученных проектных решений. Отчет оформляется в виде электронного документа и должен содержать следующее:

- технические требования к беспроводному датчику физической величины;

- основные технические характеристики выбранного преобразователя физической величины;

- основные технические характеристики выбранного приемопередатчика беспроводного интерфейса;

- структурную схему беспроводного датчика;

- принципиальную схему беспроводного датчика;

- схему соединений компонентов датчика;

- схему подключения беспроводного датчика;

- исходный код управляющей программы приемопередатчика.

К отчету по проектной лабораторной работе прилагается ссылка на доску отслеживания проекта в сервисе Trello. Результаты работы проектной группы размещаются в групповом репозитории Git. Защита отчета может быть проведена в формате видеоконференции или с использованием системы взаимного оценивания. В подобном формате студентами проводится взаимное оценивание докладчика по предложенной анкете.

Заключение

В статье рассмотрена реализация гибридного адаптивного учебного курса

«Беспроводные технологии в управлении технологическими и производственными процессами». В данном курсе реализованы методики организации групповой проектной деятельности, адаптивного обучения и смешанная модель обучения. Представлена методика организации гибкой практико-ориентированной образовательной среды, обеспечивающей эффективное формирование у студентов проектно-ориентированного подхода к разработке беспроводных сетей передачи данных применительно к задачам автоматизации и управления производством. Учебный курс может быть реализован в различных вариантах сочетания аудиторной и внеаудиторной компонент, что позволяет гибко формировать план реализации курса в зависимости от текущей формы реализации учебного процесса в целом. Предложенная гибридная адаптивная методика может использоваться при обеспечении учебного процесса магистратуры инженерно-технических направлений подготовки, предполагающих приобретение обучающимися навыков организации проектной деятельности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Благотворительного фонда В. Потанина для преподавателей магистратуры (договор № ГСГК-011/22).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kanagachidambaresan, G.R.* Internet of Things for Industry 4.0. Design, Challenges and Solutions / G.R. Kanagachidambaresan, R. Anand, E. Balasubramanian, V. Mahima. Springer Cham, 2020. 258 p.
2. *Kuper, H.* Industry 4.0: Changes in Work Organization and Qualification Requirements — Challenges for Academic and Vocational Education // *Entrepreneurship Education*. 2020. Vol. 3. P. 119–131.
3. *Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C.A., Morales-Menendez, R.* Engineering Education for Smart 4.0 Technology: A Review // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 2022. Vol. 14. P. 789–803.
4. Moxa Technical College. IES Course Overview. URL: <https://pages.moxa.com/MTC-Course-Descriptions.html> (дата обращения: 20.06.2022).

5. E-Learning Courses. Self-paced, Online Industrial Automation and Control Training. URL: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/support/training/e-learning-courses.html> (дата обращения: 20.06.2022).
6. Industrial Networks Education. Trainings and Certifications for Industrial Networking. URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/industrial-network-solutions/education.html#WirelessNetworksDiagnosticsandOptimizationofIndustrialWLAN> (дата обращения: 20.06.2022).
7. Albers, A. Academic Engineering Design Education in a Realistic Environment / A. Albers, C. Sauter, T. Maier, M. Geier, J. Ottstad // Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. 2009. P. 565–573.
8. Ciolacu, M. Education 4.0 for Tall Thin Engineer in a Data Driven Society / M. Ciolacu, P.M. Svasta, W. Berg, H. Popp // 2017 IEEE 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME). 2017. P. 432–437.
9. Esteves, M. Project Based Learning a New Approach in Higher Education: A Case Study / M. Esteves, R. Matias, E. Bernardino, V. Távora, A. Pereira // International Conference on Interactive Collaborative Learning. Springer, Cham, 2018. P. 525–535.
10. Круподерова, Е.П., Круподерова, К.Р. Организация проектной деятельности магистрантов в рамках дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66–2. С. 181–184.
11. Никитенко, О.А. Проектная деятельность как средство достижения поликомпетентности в процессе обучения магистрантов технических направлений // Вопросы методики преподавания в вузе: ежегодный сборник. 2013. № 2 (16). С. 31–37.
12. Dym, C.L. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning / C.L. Dym, A.M. Agogino, O. Eris, D.D. Frey, L.J. Leifer // Journal of Engineering Education. 2005. Vol. 94. No. 1. P. 103–120.
13. Vo, M.H., Zhu, C., Diep, A.N. Students' Performance in Blended Learning: Disciplinary Difference and Instructional Design Factors // Journal of Computers in Education. 2020. Vol. 7. P. 487–510.
14. Bazelais, P., Doleck, T. Blended Learning and Traditional Learning: A Comparative Study of College Mechanics Courses // Education and Information Technologies. 2018. Vol. 23. P. 2889–2900.
15. Кравченко, Г.В. Использование модели смешанного обучения в системе высшего образования // Известия Алтайского государственного университета. 2014. № 2–1 (82). С. 22–25.
16. Старовойтова, Н.М. Дистанционное обучение: возможности построения индивидуальной образовательной траектории // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2021. Т. 1. С. 410–412.
17. Chen, Y.H. A Personalized Learning Path Recommender System with LINE Bot in MOOCs Based on LSTM / Y.H. Chen, N.F. Huang, J.W. Tzeng, C. Lee, Y.X. Huang, H.H. Huang // 11th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT). 2022. P. 40–45.

REFERENCES

1. Kanagachidambaresan, G.R., Anand, R., Balasubramanian, E., Mahima, V. *Internet of Things for Industry 4.0. Design, Challenges and Solutions*. Springer Cham, 2020, 258 p.
2. Kuper, H. Industry 4.0: Changes in Work Organization and Qualification Requirements — Challenges for Academic and Vocational Education. *Entrepreneurship Education*, 2020, vol. 3, pp. 119–131.

3. Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C.A., Morales-Menendez, R. Engineering Education for Smart 4.0 Technology: A Review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJDeM)*, 2022, vol. 14, pp. 789–803.
4. Moxa Technical College. *IES Course Overview*. Available at: <https://pages.moxa.com/MTC-Course-Descriptions.html> (accessed: 20.06.2022).
5. *E-Learning Courses. Self-Paced, Online Industrial Automation and Control Training*. Available at: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/support/training/e-learning-courses.html> (accessed: 20.06.2022).
6. *Industrial Networks Education. Trainings and Certifications for Industrial Networking*. Available at: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/industrial-network-solutions/education.html#WirelessNetworksDiagnosticsandOptimizationofIndustrialWL> AN (accessed: 20.06.2022).
7. Albers, A., Sauter, C., Maier, T., Geier, M., Ottndad, J. Academic Engineering Design Education in a Realistic Environment. *Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, 2009, pp. 565–573.
8. Ciolacu, M., Svasta, P.M., Berg, W., Popp, H. Education 4.0 for Tall Thin Engineer in a Data Driven Society. *2017 IEEE 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*, 2017, pp. 432–437.
9. Esteves, M., Matias, R., Bernardino, E., Távora, V., Pereira, A. Project Based Learning a New Approach in Higher Education: A Case Study. *International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Springer, Cham, 2018, pp. 525–535.
10. Krupoderova, Ye.P., Krupoderova, K.R. Organizaciya proektnoj deyatelnosti magistrantov v ramkah discipliny “Informacionnye tekhnologii v professionalnoj deyatelnosti” [Organization of Design Activity of Magistries in the Framework of the Discipline “Information Technologies in Professional Activity”], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of Modern Teacher Education*, 2020, No. 66–2, pp. 181–184. (in Russ.)
11. Nikitenko, O.A. Proektnaya deyatelnost kak sredstvo dostizheniya polikompetentnosti v processe obucheniya magistrantov tekhnicheskikh napravlenij [Project Activity as a Means of Reaching Polycompetency in Masters of Technology Training], *Voprosy metodiki prepodavaniya v vuze = Questions of Teaching Methods at the University: An Annual Collection*, 2013, No. 2 (16), pp. 31–37. (in Russ.)
12. Dym, C.L., Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D.D., Leifer, L.J. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, 2005, vol. 94, No. 1, pp. 103–120.
13. Vo, M.H., Zhu, C., Diep, A.N. Students’ Performance in Blended Learning: Disciplinary Difference and Instructional Design Factors. *Journal of Computers in Education*, 2020, vol. 7, pp. 487–510.
14. Bazelais, P., Doleck, T. Blended Learning and Traditional Learning: A Comparative Study of College Mechanics Courses. *Education and Information Technologies*, 2018, vol. 23, pp. 2889–2900.
15. Kravchenko, G.V. Ispolzovanie modeli smeshannogo obucheniya v sisteme vysshego obrazovaniya [The Model of the Blended Learning in the System of the Higher Education], *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of Altai State University*, 2014, No. 2–1 (82), pp. 22–25. (in Russ.)
16. Starovoytova, N.M. Distancionnoe obuchenie: vozmozhnosti postroeniya individualnoj obrazovatelnoj traektorii [Distance Learning: The Possibilities of the Formation of Individual

Educational Trajectory], *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo* = Modern Education: Content, Technologies, Quality, 2021, vol. 1, pp. 410–412. (in Russ.)

17. Chen, Y.H., Huang, N.F., Tzeng, J.W., Lee, C., Huang, Y.X., Huang, H.H. A Personalized Learning Path Recommender System with LINE Bot in MOOCs Based on LSTM. *11th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, 2022, pp. 40–45.
-

Дрозд Олег Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель, базовая кафедра информационных технологий на радиоэлектронном производстве, Сибирский Федеральный университет, odrozd@sfu-kras.ru

Oleg V. Drozd, PhD in Engineering, Senior Lecturer, Basic Department of Information Technologies in Radio-Electronic Production, Siberian Federal University, odrozd@sfu-kras.ru

Русских Полина Андреевна, ассистент, базовая кафедра информационных технологий на радиоэлектронном производстве, Сибирский Федеральный университет, prusskikh@sfu-kras.ru

Polina A. Russkikh, Assistant Lecturer, Basic Department of Information Technology in Radio-Electronic Industry, School of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, prusskikh@sfu-kras.ru

Статья поступила в редакцию 24.06.2022. Принята к публикации 29.07.2022

The paper was submitted 24.06.2022. Accepted for publication 29.07.2022