



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

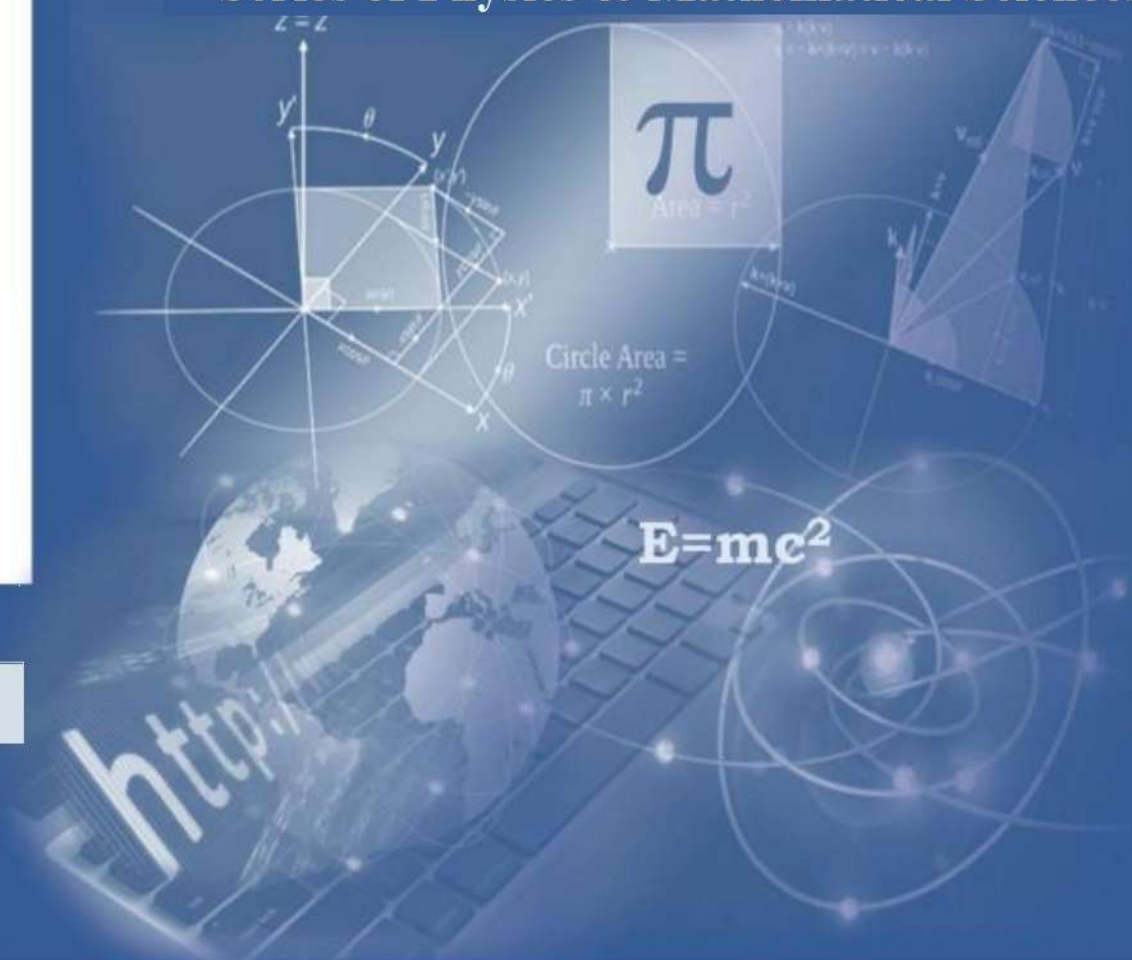
«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»

Series of Physics & Mathematical Sciences

№ 2(74)

2021



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Abai Kazakh National Pedagogical University

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№2(74)

Алматы, 2021

Абай атындағы Қазақ ұлттық
педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ
«Физика-математика ғылымдары»
сериясы №2 (74), 2021 ж.

Бас редактор:
ф.-м.ғ.д. М.А. Бектемесов

Редакция алқасы:

Бас ред.орынбасары:
т.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі Г.Уалиев,
п.ғ.д., Е.Ы. Бидайбеков,
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі В.Н. Косов,
ф.-м.ғ.к. М.Ж. Бекпатшаев

Жауапты хатшылар:
п.ғ.к. Ш.Т. Шекербекова,
п.ғ.к. Г.А. Абдулкаримова

Редакциялық алқа мүшелері:
Dr.Sci. K.Alimhan (Japan),
Phd.d. A.Cabada (Spain),
Phd.d E.Kovatcheva (Bulgaria),
Phd.d. M.Ruzhansky (England),
п.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
А.Е. Абылкасымова,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі Е.Амиргалиев,
ф.-м.ғ.д. А.С. Бердышев,
т.ғ.д. С.Г. Григорьев (Ресей),
п.ғ.д. В.В. Гриншкун (Ресей),
ф.-м.ғ.д. С.И. Кабанихин (Ресей),
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
М.Н. Калимолдаев,
ф.-м.ғ.д. Ф.Ф. Комаров
(Республика Беларусь),
т.ғ.д. М.К. Кулбек,
п.ғ.д. М.П. Лапчик (Ресей),
ф.-м.ғ.д. В.М. Лисицин (Ресей),
п.ғ.д. Э.М. Мамбетакунов
(Қырғыз Республикасы),
ф.-м.ғ.д. С.Т. Мухамбетжанов
п.ғ.д. Н.И. Пак (Ресей),
ф.-м.ғ.д. С.Қ. Сахиев,
п.ғ.д. Б.Д. Сыдықов,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі А.К. Тулешов,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі З.Г. Уалиев,
т.ғ.к. Ш.И. Хамраев

© Абай атындағы Қазақ ұлттық
педагогикалық университеті, 2021

Қазақстан Республикасының Ақпарат
министрлігінде тіркелген
№ 4824 – Ж - 15.03.2004
(Журнал бір жылда 4 рет шығады)
2000 жылдан бастап шығады

Басуға 30.06.2021 қол қойылды
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 25,5 е.б.т.
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 90.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы, 13
Абай атындағы ҚазҰПУ-ің “Ұлағат” баспасы

М а з м ұ н ы
С о д е р ж а н и е
С o n t e n t

МАТЕМАТИКА
MATHEMATICS

**Kasenov S.E., Temirbekov A.N., Satybaev A.ZH.,
Temirbekova L.N.** Application of the fictitious domain method
for ordinary differential equations..... 5

ФИЗИКА
PHYSICS

Баяхметов О.С., Сахиев С.К., Померанцев В.Н. Свойства
легких ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ в рамках трехкластерной модели..... 13

Баяхметов О.С., Сахиев С.К., Померанцев В.Н. Статические
свойства ядра ${}^6\text{Li}$ в трехкластерной модели 19

ИНФОРМАТИКА
COMPUTER SCIENCE

Рахимова Д.Р., К. Ә. Жақыпбаева Машиналық оқытуға
негізделген Post Editing моделін ағылшын-қазақ аудармасы
үшін пайдаланудың негізгі мәселелері..... 25

Муханбет А.А., Б.С. Дарибаев, Е.С.Нурахов
Нейрондық желілерді қолдана отырып, мұнайды ығыстыру
мәселесін шешу..... 32

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКАНЫ
ОҚИТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ,
ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS, PHYSICS
AND INFORMATICS

**Ахметов Б.С., Карлов И.А., Жилкишбаев А.А.,
Серикбаев Т.К.** Анализ международного опыта разработки и использования
моделей цифровой трансформации организаций высшего
образования 39

Дудышева Е.В., Лопаткин Н.Н. Практико-ориентированный
модуль робототехники в профильной подготовке учителей
физики и информатики 49

Сыдыхов Б.Д., Ыдырысбаев Д.У., Батырхан З.Ә. Білім
беруді цифрландыру жағдайында виртуалдау
технологияларын қолдану 61

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№ 2 (74), 2021 г.

Главный редактор:
д.ф.-м.н. Бектемесов М.А.

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:
д.ф.-м.н., академик НАН РК Уалиев Г.,
д.п.н. Бидайбеков Е.Ы.,
д.ф.-м.н., член-корр. НАН РК Косов В.Н.,
к.ф.-м.н. Бекпатшаев М.Ж.

Ответ. секретари:
к.п.н. Шекербекова Ш.Т.,
к.п.н. Абдулкаримова Г.А.

Члены редколлегии:
Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),
Phd.d. Cabada A. (Spain),
Phd.d Kovatcheva E. (Bulgaria),
Phd.d. Ruzhansky M. (England),
д.п.н., академик НАН РК Абылкасымова А.Е.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Амиргалиев Е.,
д.ф.-м.н. Бердышев А.С.,
д.т.н. Григорьев С.Г. (Россия),
д.п.н. Гриншкун В.В. (Россия),
д.ф.-м.н. Кабанихин С.И. (Россия),
д.ф.-м.н., академик НАН РК
Калимолдаев М.Н.,
д.ф.-м.н. Комаров Ф.Ф.
(Республика Беларусь),
д.т.н. Кулбек М.К.,
д.п.н. Лапчик М.П. (Россия),
д.ф.-м.н. Лисицин В.М. (Россия),
д.п.н. Мамбетакунов Э.М.
(Киргизская Республика),
д.ф.-м.н. Мухамбетжанов С.Т.,
д.п.н. Пак Н.И. (Россия),
д.ф.-м.н. Сахiev С.Қ.,
д.п.н. Сыдықов Б.Д.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Тулешов А.К.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Уалиев З.Г.,
к.т.н. Хамраев Ш.И.

© Казахский национальный педагогический
университет им. Абая, 2021

Зарегистрирован в Министерстве
информации
Республики Казахстан,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(периодичность – 4 номера в год)
Выходит с 2000 года

Подписано в печать 30.06.2021.
Формат 60х84 1/8. Об. 25,5 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 90.

050010, г. Алматы, пр. Достык, 13,
Издательство «Ұлағат» КазНПУ им. Абая

Усеинов Б.М., Солодовник А.А., Дьяченко Л.А., 68
Баянова Е.Н. Методические аспекты преподавания физики в
современной школе в условиях очного и дистанционного
обучения

Шекербекова Ш.Т., Абдулкаримова Г.А., Арынова Г.С.,
Ербол А. Білім беру робототехникасын оқыту барысында
болашақ информатика мұғалімдерінің жобалық іс-әрекетін
ұйымдастыру 77

Е.В. Дудышева^{1*}, Н.Н. Лопаткин¹

¹Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина, Бийск, Россия,
*e-mail dudysheva@yandex.ru

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ РОБОТОТЕХНИКИ В ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Аннотация

В статье рассматриваются проектирование и апробация практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке будущих учителей физики и информатики в педагогическом университете, включающие проектирование междисциплинарного содержания модуля и проведение практических занятий со школьниками.

В процессе экспериментальной работы показано, что будущие учителя физики и информатики могут повысить уровень специальных знаний и умений в области конструирования учебных роботов, если формой обучения выступит междисциплинарный модуль по образовательной робототехнике дисциплин «Электродинамика» и «Архитектура компьютера», а одним из методов будет проведение занятий со школьниками по конструированию роботов под наблюдением преподавателей вуза. Значимость состоит в возможности углубленной подготовки студентов младших курсов для прохождения производственной практики с использованием современного цифрового учебного оборудования.

Практические задания модуля способствуют эффективной подготовке студентов, если они выполняются в процессе работы со школьниками на учебном робототехническом оборудовании, таком как LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0. Основные вопросы модуля по образовательной робототехнике – электропитание робота, сервомоторы, датчики роботов, архитектура микроконтроллеров роботов – должны быть изучены до выполнения заданий.

Ключевые слова: педагогическое образование, подготовка учителей физики и информатики, образовательная робототехника, цифровые технологии в образовании, практико-ориентированное обучение, междисциплинарный модуль.

Аңдатпа

Е.В. Дудышева¹, Н.Н. Лопаткин¹

¹ В.М. Шукшин атындағы Алтай мемлекеттік гуманитарлық-педагогикалық университеті, Бийск, Ресей

ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ПРОФИЛДІК ДАЙЫНДАУДАҒЫ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ТӘЖІРИБЕГЕ БАҒЫТТАЛҒАН МОДУЛІ

Мақалада модульдің пәнаралық мазмұнын жобалауды және оқушылармен практикалық сабақтар өткізуді қамтитын педагогикалық университеттегі болашақ физика және информатика мұғалімдерін профилдік даярлауда білім беру робототехникасы бойынша тәжірибеге бағытталған модульді жобалау және апробациялау қарастырылады.

Экспериментальдық жұмыс барысында болашақ физика және информатика мұғалімдері "Электродинамика" және "Компьютер архитектурасы" пәндерінің білім беру робототехникасы бойынша пәнаралық модуль оқыту формасы болса, оқу роботтарын құрастыру саласында арнайы білім мен дағды деңгейін арттыра алатындығы көрсетілді, ал әдістердің бірі ЖОО оқытушыларының бақылауымен роботтарды құрастыру бойынша оқушылармен сабақтар өткізу болады. Маңыздылығы қазіргі заманғы цифрлық оқу жабдықтарын қолдана отырып, өндірістік практикадан өту үшін төменгі курс студенттерін тереңдетіп даярлау мүмкіндігінен тұрады.

Модульдің практикалық тапсырмалары, егер олар LEGO Mindstorms Education EV3 және Ultimate Robot Kit V2.0 сияқты робототехникалық жабдықта мектеп оқушыларымен жұмыс жасау барысында орындалса, студенттердің тиімді дайындалуына ықпал етеді. Білім беру робототехникасы бойынша модульдің негізгі мәселелері – роботты электрмен қоректендіру, сервомоторлар, робот датчиктері, робот микроконтроллерлерінің архитектурасы-тапсырмаларын орындағанға дейін зерделенуі тиіс.

Түйін сөздер: педагогикалық білім беру, физика және информатика мұғалімдерін даярлау, білім беру робототехникасы, білім берудегі цифрлық технологиялар, практикаға бағытталған оқыту, пәнаралық модуль.

Abstract

PRACTICAL-ORIENTED MODULE OF ROBOTICS IN VOCATIONAL TRAINING OF PHYSICS AND INFORMATICS TEACHERS

Dudysheva E.V.¹, Lopatkin N.N.¹

¹*Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, Russia*

The article discusses the design and testing of a practice-oriented module on educational robotics in the vocational training of future teachers of physics and computer science at a pedagogical university. The module includes the development of the interdisciplinary content and conduct practical exercises with students.

In the process of experimental work, it was shown that future teachers of physics and computer science can increase the level of special knowledge and skills in designing educational robots, if the form of training is an interdisciplinary module on educational robotics within disciplines "Electrodynamics" and "Computer architecture", and if one of the methods is working with schoolchildren on the assembly of robots under the supervision of university lecturers. The significance is the possibility of in-depth learning of junior courses students for future practical training using contemporary digital educational equipment.

The practical tasks of the module contribute to the effective preparation of students if they are carried out in the process of working with students on educational robotic equipment, such as LEGO Mindstorms Education EV3 and Ultimate Robot Kit V2.0. The main issues of the educational robotics module—power supply of the robot, servomotors, sensors of robots, architecture of microcontrollers of robots—should be studied before completing tasks.

Keywords: teacher education, teacher training for physics and computer science, educational robotics, digital technologies in education, practice-oriented learning, interdisciplinary module.

Введение

Стремительное внедрение цифровых технологий в образование побуждает педагогические вузы находить резервы в подготовке будущих учителей, включать в образовательный процесс наиболее эффективные формы и методы. Одними из наиболее востребованных являются методы практико-ориентированного обучения. К таким методам в подготовке учителей относится непосредственная учебно-методическая работа с обучающимися, а именно со школьниками классов или возрастных групп, в которых предполагается использование тех или иных цифровых технологий. Далеко не всегда и не всем студентам удастся провести необходимую апробацию на педагогической практике – по организационным причинам несовпадения с календарно-тематическим планом, методическим – отсутствия обновленных тем в утвержденных программах обучения, техническим – отсутствия в школе того типа учебного цифрового оборудования, с которым знакомились студенты в профильных и методических дисциплинах в вузе.

Мы предположили, что более реализуемым вариантом могут служить интенсивы в рамках дополнительного образования школьников, когда они приходят в цифровые лаборатории вузов на занятия на своих каникулах или в рамках кружковой работы. Такая возможность имеется именно у педагогических вузов в связи с присутствием квалифицированных педагогов, специализирующихся на методиках школьного образования, которые готовы поддержать студентов и обеспечить школьникам высокое качество дополнительного образования с применением современных методик.

Традиционным способом подготовки студентов к практическому применению цифровых технологий в обучении школьников являются методические дисциплины, которые закономерно не изучаются на младших курсах педагогических вузов. Для освоения студентами современных цифровых технологий предназначены общепрофессиональные дисциплины, в которых можно продемонстрировать будущим учителям примеры работы чат-ботов, программ голосового распознавания, дополненной реальности и инструментария других средств «сквозных» технологий, потенциально применимого как в обучении школьников, так и в организации работы самих учителей. Однако такие технологии можно изучать на разных уровнях – не только на общепользовательском и общепрофессиональном, но на уровне профильном, насколько допускает уровень предметной подготовки.

Робототехника является востребованной областью для учебно-исследовательского творчества обучающихся, даже в начальных классах, где на уроках технологии или во внеурочной деятельности дети могут собирать простейшие модели с помощью учителей. Но чтобы выполнять даже чуть более сложные задания, требуется наличие специализированных знаний и умений, понимание принципов работы технологий робототехники.

Как правило, приемы конструирования робототехнических моделей должны применять на своих уроках учителя информатики. Для учителей информатики применение образовательной

робототехники не сводится к сборке и демонстрации простых моделей учебных роботов по заданным инструкциям. Педагоги должны ответить на вопросы школьников, изменить функционал роботизированного устройства, организовать проектную работу со школьниками, подготовить их к конкурсу с нестандартными моделями. Однако в силу сложившихся методик учителя информатики более нацелены на обучение программированию в универсальных средах персональных компьютеров и зачастую не готовы к самостоятельному конструированию робототехнических устройств. Мы считаем, что в действующих учебных планах начальные умения можно привить студентам в традиционных дисциплинах, рассматривающих вопросы архитектуры компьютера уже на младших курсах.

Наиболее глубоко принципы работы технологий робототехники можно рассмотреть в программах подготовки по двум профилям – физики и информатики. В самой структуре предметной подготовки, в соответствии с содержанием школьных курсов информатики и физики, кроется высокий потенциал изучения строения роботов как автоматизированных устройств с программным управлением на основе вариативного набора электронных компонентов и датчиков различного назначения. Вопросы конструирования электронных систем и устройств также присутствуют в действующих учебных планах педагогического бакалавриата профиля «Физика». Мы предположили, что эффективной формой обучения студентов может стать междисциплинарный практико-ориентированный модуль, выделенный за счет доли самостоятельной работы в соответствующих профильных дисциплинах физики и информатики.

Таким образом, целью представленного исследования является проектирование и апробация практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке будущих учителей физики и информатики.

Гипотеза исследования: студенты педагогического бакалавриата могут повысить профессиональный уровень знаний и умений в области конструирования учебных роботов, если:

во-первых, формой обучения выступит междисциплинарный модуль дисциплин профильной подготовки физики и информатики, изучающих вопросы архитектуры компьютеров и электронных устройств;

во-вторых, одним из методов обучения будет подготовка и проведение практических занятий со школьниками в их внеучебное время по конструированию роботов, с поддержкой преподавателей педагогического вуза.

Методология исследования

Основными методами исследования были педагогическое проектирование и конструирование образовательного процесса, междисциплинарный содержательный анализ учебной документации, педагогическое наблюдение, экспертная оценка, тестирование, статистическая обработка данных педагогических измерений.

Первый этап исследования – проектирование междисциплинарного содержания практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике, разработка соответствующего учебно-методического материала и применение его в соответствующих профильных дисциплинах.

Структурное и динамическое развитие концепции образовательной робототехники, в том числе как мультипредметной и междисциплинарной области, показано в публикации [1] с помощью библиометрического подхода на материале статей, индексируемых Web of Science. Связь электроники, программирования и робототехники особенно ярко отражена в работах [2,3]. Работа [2] представляет учебного робота, который спроектирован и сконструирован для учебного процесса в университете, а именно для знакомства студентов-первокурсников с основными и фундаментальными понятиями электротехники и электроники, включая управление, беспроводную передачу сигналов и аналого-цифровое преобразование. Работа [3] предлагает описание авторской методики обучения в школе робототехнической программно-элементной базе и знакомит с результатами применения разработанных рекомендаций в образовательном процессе. Основной упор сделан на обосновании выбора необходимых языков программирования для поэтапного их изучения с точки зрения простоты их освоения с одной стороны, и полноты функциональных возможностей для применения в робототехнике, с другой стороны. В частности, с 9 по 11 класс предлагается обучить школьников основам программирования на Small Basic 1.0, диалекте языка C (на основе C#), Arduino IDE (с диалектом языка C). Также даются конкретные рекомендации по работе с датчиками Arduino, шаговыми двигателями и сервоприводами. Отмечается, что школьники должны знать основы физики и понятия, связанные с электрическим током. Со всей очевидностью возникает

проблема достаточной квалификации студентов педагогического бакалавриата, которые могли бы проводить подобные занятия, а это приводит к необходимости обучения по изучаемым уже на младших курсах дисциплинам профильной подготовки.

Анализ учебного плана и рабочих программ дисциплин, изучаемых студентами бакалавриата Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина (АГГПУ им. В.М. Шукшина, Бийск, Россия), обучающихся очно по направлению подготовки «Педагогическое образование» с профилями подготовки «Физика и Информатика», показал, что для проектирования практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке наиболее подходит дальнейшее развитие методических материалов (за счет доли часов для самостоятельного изучения) по дисциплинам «Электродинамика» и «Архитектура компьютера», изучаемых студентами на втором курсе (весенний семестр). На основе анализа в модуль по образовательной робототехнике для группы второго курса – будущих учителей физики и информатики (13 человек) включены два раздела «Электродинамика в робототехнике» и «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике». Теоретические вопросы модуля были соотнесены со второй (практической) частью и изучены всеми студентами самостоятельно в рамках соответствующих дисциплин до начала выполнения практических заданий.

Для студентов педагогического бакалавриата – будущих учителей физики и информатики – нами разработан диагностический инструментарий в виде теста и критериев оценки практических заданий по практическим навыкам работы с учебным робототехническим оборудованием. Тест прошел предварительную апробацию на валидность и понятность формулировок с привлечением студентов старших курсов. Теоретический материал и диагностический инструментарий прошел также экспертную оценку со стороны отобранных учителей школ после прохождения ими теста по разделу образовательной робототехники.

Второй этап исследования заключался в подготовке и проведении практических занятий по конструированию роботов, для части студентов – со школьниками в каникулярное время, для другой части студентов – в форме дополнительных самостоятельных занятий. Диагностика проводилась дважды после самостоятельного изучения студентами учебно-методических материалов: до второго этапа (входная диагностика) и после него (выходная диагностика).

Данный этап проведен в марте-апреле 2021 г., во время обучения школьников по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе технической направленности «Школа робототехники и программирования», реализуемой в рамках образовательного проекта «Талант 22». Данный проект разработан региональным центром выявления и поддержки одаренных детей Алтайского края, созданным по модели центра «Сириус» в рамках федерального проекта РФ «Успех каждого ребенка» общероссийского национального проекта «Образование». Образовательный центр выявления и поддержки одаренных детей «Сириус» оказывает участникам техническую поддержку, предоставляя цифровое оборудование.

Цифровое учебное оборудование АГГПУ им. В.М. Шукшина позволяло на практике продемонстрировать изученные студентами теоретические понятия на различных уровнях сложности. Но для работы со школьниками из имеющихся видов робототехнических конструкторов было отобрано два вида, наиболее подходящих также и для школьников, соответственно, LEGO Mindstorms Education EV3 (с дополнительным ресурсным набором к каждому основному) для учащихся 5-7 классов и Ultimate Robot Kit V2.0 для учащихся 8-9 классов. Программируемый микрокомпьютер EV3 включает в себя шестикнопочный интерфейс управления с функцией изменения подсветки для индикации режима работы, монохромный дисплей с высоким разрешением, встроенный спикер, порт USB, слот для чтения карт памяти формата mini SD, 4 порта ввода и 4 порта вывода. Он поддерживает Bluetooth, WiFi для связи с компьютерами, имеет программный интерфейс, позволяющий создавать программы и настраивать регистрацию данных. С данным набором ребята старшего возраста могут улучшать свои навыки, используя языки программирования на основе Java или C+. На проведенных занятиях программирование микрокомпьютеров EV3 моделей роботов LEGO Mindstorms Education EV3 осуществлялось с ноутбуков в одноименной Scratch-подобной визуальной среде, разработанной специально для этой серии на базе LabVIEW компанией National Instruments. Данная оболочка содержит готовые алгоритмы (включая все основные виды циклов) в виде иконок, из которых учащимся собирается последовательность действий. Набор образовательного робототехнического конструктора (STEM-комплект) Ultimate Robot Kit V2.0 содержит плату управления MegaPi с микроконтроллером ATmega2560-16AU, что в принципе

позволяет обучать азам работы в средах программирования Arduino IDE, Python (совместно с Raspberry Pi) и Node JS. Управление моделями роботов Ultimate Robot Kit V2.0 и редактирование программ осуществлялось при помощи графического программного обеспечения через мобильное приложение Makeblock APP из Google Play.

Специфика работы со школьниками в области образовательной робототехники, кроме описанных выше статей, отражена, например, в публикациях [4-6]. Работа [4] представляет методические принципы и анализ современных методик обучения робототехнике, а работа [5] предлагает инновационную модель изучения робототехники на базе технологии «перевернутый класс», поддерживаемую технологической картой урока, интерактивными тестами, видео-уроками, маршрутным листом, приложениями и соответствующей методикой обучения (алгоритм следования по линии с одним датчиком цвета). Работа [6] описывает опыт интеллектуального анализа данных при изучении образовательной робототехники, а именно при использовании датчиков. В частности, разработанная система отслеживания регистрирует в файле журнала и сохраняет на SD-карте результаты каждой попытки программирования (опрос датчиков), выполняемой студенческими командами (учащихся начальной и средней школы), затем данные обрабатываются с использованием методов машинного обучения. Изучается связь путей решения проблем с показателями ранних достижений.

Анализ публикаций показывает, что основными дидактическими средствами обучения, применяемыми в образовательной робототехнике, являются робототехнические конструкторы Lego Mindstorms (NXT и EV3). Также используются и разрабатываются роботы, программируемые в среде Arduino IDE. Таким образом, еще раз подтверждается обоснованность использования наборов LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0 для обучения школьников при проведении исследования с участием студентов.

Поток обучающихся состоял из трех групп школьников 5-9 классов, прошедших конкурсный отбор. Занятия проходили с привлечением к работе со школьниками студентов-кураторов. К каждой команде школьников из двух человек были прикреплены по два студента, которые объясняли алгоритмы сборки, помогали в затруднениях с механическим монтажом и объясняли принципы работы с робототехническими устройствами. В наиболее затруднительных случаях студенты старших курсов тех же профилей подготовки, имеющие опыт проведения кружковых занятий по робототехнике в школе, дополнительно консультировали студентов, принимавших участие в исследовании. Преподаватели вуза выполняли педагогическое наблюдение, по возможности, не вмешиваясь в учебную деятельность.

Вопросы, связанные с подготовкой педагогов к обучению школьников образовательной робототехнике (подбор методических подходов и образовательных программ, организация STEM классов), рассмотрены в [7]. В статье [8], в которой показан процесс реализации проекта по использованию ИКТ в образовании в государственной школе Бразилии (создание роботизированного устройства с использованием цифровых технологий), на основе проведенных исследований делается вывод о необходимом шаге по подготовке самих учителей. При некоторой модификации представленный опыт может быть перенесен на подготовку студентов педвузов к работе со школьниками по данному направлению. В работе [9] представлена деятельность Центра робототехники Президентского физико-математического лицея N 239 г. Санкт-Петербурга (Россия), описана его интерактивная образовательная среда, показаны такие формы работы с детьми, как робототехнические курсы, фестивали, соревнования, квесты. Вдохновляющим фактом является многолетняя неотъемлемая связь работы Центра робототехники с университетами г. Санкт-Петербурга. Взаимодействие преподавателей, студентов и школьников на базе Центра робототехники является ярчайшим примером синергии, рождающей выдающиеся результаты. Примером такого результата является создание кибернетического комплекта TRIK и среды разработки TRIK Studio группой студентов при поддержке Института проблем машиностроения Российской академии наук. Перенос описанный выше опыт на почву педагогического образования, получаем подтверждение того, что для развития педвуза и увеличения его влияния на робототехническое школьное образование в регионе, должно применяться практико-ориентированное обучение студентов с активным взаимодействием со школами.

Результаты исследования

Для проверки теоретических знаний по образовательной технике проектируемого модуля составлен тест их десяти заданий закрытого типа, с предложенными вариантами ответов. Для

повышения дифференцирующей силы все вопросы предлагались с возможностью выбора нескольких вариантов.

Для проведения экспертной оценки опрашивались учителя различных предметов (7 респондентов), ознакомленные с разделом робототехники на курсах повышения квалификации и ответившие на итоговое тестирование. Вопросы охватывали три темы: социальные аспекты робототехники, назначение чат-ботов, конструирование учебных роботов. Средний балл по всем вопросам теста составил 7,29 (из 10 максимальных).

В качестве экспертов в «Школе робототехники и программирования» отобраны учителя различных предметов, верно ответившие на вопросы, которые затрагивают конструкцию учебных роботов.

В качестве таких вопросов выделены следующие:

1. Какому подвиду классификации роботов соответствует характеризующий признак «промышленный»?

- а) По области применения
- б) По среде эксплуатации
- в) По функциональному назначению
- г) По способу управления

2. Какая из указанных систем не входит в число основных технических систем робота?

- а) Механическая
- б) Термодинамическая
- в) Электрическая
- г) Автоматическая

3. Какой вид приводов роботов не существует?

- а) Термодинамический
- б) Гидравлический
- в) Электрический
- г) Пневматический

4. Какой из перечисленных приборов не используется в качестве датчика температуры?

- а) Терморезистор
- б) Тактильный сенсор
- в) Термопара
- г) Диодный датчик

Данные по среднему баллу и ответам на выделенные вопросы для учителей приведены в Таблице 1. Полужирным шрифтом в Таблице 1 выделены учителя, впоследствии привлеченные в качестве экспертов для оценивания и корректировки содержания теста для студентов.

Таблица 1. Результаты учителей по итогам тестирования

Респондент	Оценка/10,00	В. 1 /1,00	В. 2 /1,00	В. 3 /1,00	В. 4 /1,00
Учитель 1	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 2	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 3	6,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Учитель 4	7,00	0,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 5	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 6	7,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Учитель 7	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Тестирование теоретических знаний по конструкции учебных роботов для группы студентов – будущих учителей физики и информатики – проводилось с помощью мобильных опросов Google Forms, тест включал десять вопросов с возможностью выбора нескольких вариантов ответа. Диагностический материал опирался на состав оборудования LEGO Mindstorms Education EV3 с

дополнительным ресурсным набором. Предложены следующие вопросы:

1. Что именно называют роботом в образовательной робототехнике?
2. Какому подвиду или каким подвидам классификации роботов соответствует характеризующий признак «промышленный»?
3. Какая или какие из указанных систем не входят в число основных технических систем робота?
4. Какой вид (виды) приводов роботов не существуют?
5. Какой вид (виды) приводов роботов используются в наборах конструкторов LEGO?
6. Какой вид (виды) двигателей используются в электрическом приводе роботов LEGO?
7. Источники питания какого рода тока непосредственно используются для питания роботов LEGO?
8. Какими из указанных датчиков не укомплектован робототехнический конструктор LEGO?
9. Какие встроенные датчики имеет сервомотор LEGO?
10. Что не входит в функции гироскопического датчика LEGO?

Результаты входного и выходного тестирования академической группы студентов представлены в Таблице 2. Далее студенты были разбиты на две подгруппы. В экспериментальную подгруппу вошли студенты, выразившие готовность работать со школьниками (7 человек), оставшиеся студенты составили контрольную подгруппу (6 человек).

Таблица 2. Результаты входного и выходного тестирования студентов

Инициалы (Ф.И.) студентов	Тест (вход.) / 10,00	Тест (выход.) / 10,00	Подгруппа
Б.З.	6	7	Контрольная
Б.Т.	3	3	Контрольная
В.Д.	6	8	Экспериментальная
К.П.	1	2	Контрольная
Л.М.	7	7	Экспериментальная
П.А.	7	9	Экспериментальная
Р. А.	0	2	Контрольная
Р.М.	2	3	Контрольная
С.В.	7	7	Экспериментальная
С.Д.	3	7	Экспериментальная
С.И.	4	8	Экспериментальная
Ф.А.	5	6	Экспериментальная
Ш.В.	5	6	Контрольная

Диагностика второй, практической части модуля затрагивала оценку выполнения практических заданий по сборке моделей учебных роботов. Студенты контрольной группы выполняли сборку роботов самостоятельно под наблюдением преподавателей физики и информатики АГПУ им. В.М. Шукшина (три преподавателя, закрепленные за «Школой робототехники и программирования»).

Студенты экспериментальной подгруппы работали со школьниками под наблюдением тех же преподавателей. Содержание практических занятий со школьниками включало небольшую вводную лекцию, знакомящую с историей робототехники, классификацией и основными узлами роботов, а также текущими и перспективными сферами их применения. Каждая из трех групп школьников работала по два дня. Поэтому студенты-кураторы проводили занятия по три раза, накапливая опыт и совершенствуя свои профильные и методические умения в области образовательной робототехники.

Каждая группа школьников разбивалась на команды по два человека для работы с образовательными робототехническими конструкторами. При распределении данных робототехнических конструкторов по командам учитывалась и различная предварительная подготовка обучаемых. Школьники изучали несущие элементы конструкции, датчики и

серводвигатели роботов, познакомились с системами питания и вычислительно-управляющими устройствами, сопоставили детали конструкторов с их названиями в описаниях моделей. На первых занятиях (по три учебных часа) школьники 5-7 классов собирали различные конструкции роботов LEGO – от достаточно простых, таких как «Гиробой» и «Щенок», до достаточно сложных, таких как «Слон» и «Цветосортировщик».

На последующих занятиях (также по три учебных часа) школьники собирали мобильные платформы и оснащали их датчиками, различными для различных команд. В частности, были использованы датчик касания, датчик цвета, гироскопический датчик и ультразвуковой датчик. Задания для школьников предполагали программирование робота для изменения характера движения модели (остановка, поворот на 90, 180 градусов) или выполнение действия (звуковой сигнал, фотосъемка) при обнаружении датчиками препятствий (стена, обрыв) или специальных цветовых меток.

Практическое участие студентов также оценивалось по 10-бальной шкале. Критериями оценки была работа с конструктором (знание деталей роботов, среды их программирования), оперативность и самостоятельность в решении проблем.

В Таблице 3 представлены входная и выходная оценки за выполнение практических заданий, которые были просуммированы с результатами тестирования.

Таблица 3. Баллы за оценивание практической работы и суммарные баллы студентов

Инициалы (Ф.И.) студентов	Оценка практики (вход.) / 10,00	Суммарный балл (вход.) / 20,00	Оценка практики (выход.) / 10,00	Суммарный балл (выход.) / 20,00	Подгруппа
Б.З.	5	11	6	13	Контрольная
Б.Т.	3	6	6	9	Контрольная
В.Д.	4	10	7	15	Экспериментальная
К.П.	1	2	2	4	Контрольная
Л.М.	4	11	6	13	Экспериментальная
П.А.	7	14	9	18	Экспериментальная
Р. А.	1	1	2	4	Контрольная
Р.М.	3	5	6	9	Контрольная
С.В.	5	12	7	14	Экспериментальная
С.Д.	5	8	7	14	Экспериментальная
С.И.	5	9	8	16	Экспериментальная
Ф.А.	5	10	7	13	Экспериментальная
Ш.В.	5	10	6	12	Контрольная

Так как выбор экспериментальной и контрольной групп для практического этапа не являлся случайным, то проводить их сравнение мы считаем не вполне корректным. Поэтому мы провели сравнение прогресса каждой подгруппы на констатирующем (входная диагностика) и контрольном (выходная диагностика) этапах исследования. Для статистической обработки данных применялся критерий U-критерий Манна-Уитни.

Для суммарных баллов в контрольной подгруппе эмпирическое значение $U_{\text{эмп}} = 12$ (при $U_{0,05} = 7$) находится в зоне незначимости, что означает отсутствие подтверждения достоверных отличий результатов входной и выходной диагностики.

Для суммарных баллов в экспериментальной подгруппе эмпирическое значение $U_{\text{эмп}} = 3$ (при $U_{0,01} = 6$) находится в зоне значимости, что означает наличие достоверных отличий результатов входной и выходной диагностики, уровень признака (суммарных баллов) оказался достоверно выше на контрольном этапе.

В контрольной подгруппе значимых изменений не наблюдалось ни в результатах теста ($U_{\text{эмп}} = 12,7$), ни в практическом выполнении заданий ($U_{\text{эмп}} = 8$).

В экспериментальной подгруппе значимый достоверный прирост признака наблюдается в

практическом выполнении заданий ($U_{\text{эмп}}=3$), в то время как прирост признака баллов тестирования находится в зоне неопределенности (между $U_{0,01}=6$ и $U_{0,05}=11$). После детального анализа результатов сделан вывод, что наибольший прирост наблюдался в тех вопросах теста, знание которых понадобилось студентам-кураторам при объяснении заданий школьникам.

При аттестации по дисциплинам «Архитектура компьютера» и «Электродинамика» выяснилось, что студенты-кураторы стали шире понимать прикладные аспекты предметного материала в целом, приводить практические примеры для иллюстрации теоретических понятий. Поэтому можно сделать вывод, что ведущий вклад не только в получение практических умений, но и в закрепление теоретических знаний в области образовательной робототехники вносит не только выполнение практических упражнений, но и развитие умений в профессионально-ориентированной (педагогической) деятельности.

Дискуссия

Разработанный практико-ориентированный модуль по образовательной робототехнике состоит из двух частей: теоретического междисциплинарного материала и практических заданий методической направленности по решению задач робототехники со школьниками. Теоретическая часть включает два неравных раздела «Электродинамика в робототехнике» и «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике». Раздел «Электродинамика в робототехнике» базируется на рабочей программе дисциплины «Электродинамика», которая, несмотря на теоретический характер основного изучаемого материала, позволяет подвести студента к пониманию практических вопросов устройства и функционирования роботов как учебно-образовательного, так и бытового и промышленного назначения. Раздел «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике» базируется на рабочей программе дисциплины «Архитектура компьютера» и призван устранить пробел в знаниях, касающийся архитектуры микроконтроллеров, наиболее часто используемых в управляюще-вычислительных блоках образовательных роботов.

Основные изучаемые вопросы разработанного модуля по образовательной робототехнике следующие:

1. Электропитание робота. Источник энергии робота и его возможности – один из важных аспектов проектирования и эксплуатации робототехнической системы. Рассматриваются конструкции и принципы действия электрохимических элементов питания постоянного тока (батареи гальванических элементов, аккумуляторы), наиболее часто используемые в качестве источников питания роботов различного назначения. Методический материал базируется на разделе электродинамики «Постоянный электрический ток», а именно на введении и рассмотрении таких основных понятий и единиц методической информации, как «сторонние силы», «электродвижущая сила» и «работа и мощность постоянного тока».

2. Сервомоторы. Источники движения робота – это то, что отличает робота от компьютерной программы, «оживляет» его. Предусмотрено изучение основ конструкции и принципа действия сервоприводов и их основных электромеханических характеристик и параметров, таких как скорость вращения (число оборотов в минуту), величина крутящего момента, момента удержания. Методический материал в основном базируется на разделе электродинамики «Электромагнитная индукция» (понятия «электродвижущая сила индукции», «сила Ампера» и связанные с последним закон Ампера и правило левой руки).

3. Датчики (сенсоры) роботов. Органы «чувств» роботов, позволяющие получать актуальную информацию о параметрах внешней среды, положении и состоянии движения робота и его составных частей. Рассматривается встроенный датчик вращения сервомотора, который позволяет очень точно контролировать перемещение робота (угол поворота мотора оценивается с точностью до 1 градуса) и его скорость, дается общее представление об энкодерах (датчиках угла поворота) – измерительных преобразователях, предназначенных для преобразования угла поворота вращающегося объекта (например, вала) в цифровые или аналоговые электрические сигналы. Дается классификация датчиков угла поворота (ДУП) по принципу действия (оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические). Например, оптические ДУП имеют жёстко закреплённый на валу стеклянный диск с оптическим растром, при вращении вала растр перемещается относительно неподвижного растра, и световой поток, принимаемый фотодатчиком, модулируется. Магнитные ДУП регистрируют прохождение магнитных полюсов вращающегося магнитного элемента непосредственно вблизи чувствительного элемента, преобразуя эти данные в соответствующий

цифровой код или сигнал. Рассматривается гироскопический датчик (микромеханический гироскоп), который имеет в своем составе т.н. электростатический двигатель и емкостные измерители перемещений. Также рассматриваются датчик цвета, инфракрасный датчик. Могут быть изучены любые датчики, которые в результате вырабатывают электрический сигнал (генераторные датчики) или влияют на величины сигналов при прохождении тока через них (параметрические датчики). Основой для изучения датчиков служат следующие разделы электродинамики: оптических – «Электромагнитные волны» (распространение света различных диапазонов волн), магнитных – «Магнитное поле», гироскопических – «Электростатика» (электростатический двигатель) и «Электрическое поле в диэлектрике» (емкостные измерители).

4. Архитектура микроконтроллеров роботов. Пожалуй, наиболее сложный материал, имеющий при этом широкие возможности практического применения при программировании роботов различного назначения. Рассматривается набор основных команд микрокомпьютера EV3, дается обзорный материал по плате управления MegaPi с микроконтроллером ATmega2560-16AU робототехнического конструктора Ultimate Robot Kit V2.0. Наиболее подготовленным студентам предлагается ознакомление (начальный уровень) с Arduino IDE (ссылки на внешние ресурсы). Основной методический материал базируется на разделе «Микропроцессорная архитектура» дисциплины «Архитектура компьютера».

В ходе реализации практической части модуля педагогическое наблюдение показало, что студенты-кураторы, наряду с овладением знаниями по образовательной робототехнике и развитием собственных умений, приобрели навыки профессионально-педагогического спектра, научившись взаимодействовать с обучаемыми, планировать и организовывать командную работу. Итоги работы со школьниками студенты-кураторы могли по желанию представить на конкурс, оценивание результатов которого проходило с участием учителей-экспертов. Три студента экспериментальной подгруппы решили участвовать в конкурсе и стали лауреатами. Важным итогом стало также активное желание всех студентов экспериментальной подгруппы участвовать в работе с одаренными школьниками на следующей школе «Талант 22» в июне 2021 года.

Мы считаем, что ведущую роль в современном педагогическом образовании приобретает сочетание достаточной междисциплинарной подготовки в области образовательной робототехники, полученной студентами, и опыта применения знаний и умений в педагогической деятельности, который еще более повышает мотивацию студентов к своей будущей профессиональной деятельности с использованием современного цифрового учебного оборудования. Такой вывод косвенно подтверждается исследованиями в области высшего педагогического образования [9,10]. Как подчеркивается в [10], существенное повышение вовлеченности, мотивированности студентов достигается за счет использования в их обучении проектной деятельности, которая обеспечивает немедленную обратную связь, помогая студенту приобретать знания, исправлять ошибки и стимулировать алгоритмическое мышление.

Однако мы не решали вопрос о формировании начальной мотивации студентов младших курсов, недостаточно подготовленных к профессионально-педагогической деятельности. Диагностика и анализ данного аспекта, именно для профильной подготовки будущих учителей физики и информатики, может являться перспективой для дальнейших исследований. Также могут быть изучены способы интеграции с другими профильными дисциплинами, например, с программированием.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

В ходе экспериментальной работы нашла подтверждение гипотеза исследования. Студенты педагогического бакалавриата с профилями подготовки «Физика и Информатика» могут повысить профессиональный уровень знаний и умений в области конструирования учебных роботов, по сравнению с традиционным обучением в вузе, если формой обучения выступит междисциплинарный модуль по образовательной робототехнике дисциплин профильной подготовки физики и информатики, в частности, дисциплин «Электродинамика» (раздел «Электродинамика в робототехнике») и «Архитектура компьютера» (раздел «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике»); одним из методов обучения будет подготовка и проведение практических занятий со школьниками по конструированию роботов, под наблюдением и с поддержкой преподавателей педагогического вуза.

Основные вопросы модуля по образовательной робототехнике – электропитание робота,

сервомоторы, датчики и сенсоры роботов, архитектура микроконтроллеров роботов – должны быть изучены студентами до выполнения практических заданий.

Практические задания междисциплинарного модуля способствуют более эффективной профильной подготовке студентов младших курсов педагогического бакалавриата, если они выполняются в процессе работы со школьниками на учебном робототехническом оборудовании, таком как LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0. Задания должны быть соотнесены с уровнем подготовки школьников и междисциплинарным содержанием модуля профильных дисциплин.

Значимость исследования состоит в возможности углубленной практико-ориентированной подготовки студентов для прохождения производственной практики с использованием современного цифрового учебного оборудования.

Реализация практико-ориентированного модуля робототехники в профильных дисциплинах для будущих учителей физики и информатики как способа интеграции междисциплинарной подготовки в области робототехники и опыта применения знаний и умений в практической педагогической деятельности также может способствовать повышению мотивации студентов к профессии педагога.

Исследование выполнено при подготовке прикладной НИР Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина «Выпускник педагогического вуза как ресурс совершенствования профессиональных компетенций коллектива школы в контексте трендов развития современного образования».

Список использованной литературы

- 1 López-Belmonte, J., Segura-Robles A., Moreno-Guerrero A.-J., Parra-González M.-E. Robotics in education: a scientific mapping of the literature in Web of Science // *Electronics*, 2021, Vol. 10, 291, pp. 1–18. <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>
- 2 Rahnavard, M. Alavi S.M.H., Khorasani S., Vakilian M., Fardmanesh M. Educational robot for principles of electrical engineering // *Scientia Iranica. Transactions on Computer Science & Engineering and Electrical Engineering (D)*, 2018, Vol. 25 (3), pp. 1582–1592. <https://doi.org/10.24200/SCI.2017.4369>
- 3 Иванов, В.Н., Иванов А.В. Методика эффективного обучения робототехнической программно-элементной базе в школе // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*, 2018, N 4, с. 223–233. e-ISSN 2304-120X. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2018-1-157-166>
- 4 Чеканова, Л.А., Газизов Т.Т. Анализ современных методик обучения образовательной робототехнике // *Научно-педагогическое обозрение*, 2019, N 6(28), с. 79–83. ISSN 2307-6127. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2019-6-79-83>
- 5 Соболева, Е. В. Модель изучения робототехники на примере технологии смешанного обучения «перевернутый класс» // *Электронный научно-практический журнал «Перспективы науки и образования»*, 2019, N 4 (40), с. 155-168. e-ISSN 2307-2334. <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.13>
- 6 Scaradozzi, D., Cesaretti L., Screpanti L., Mangina E. Identification of the students learning process during education robotics activities // *Frontiers in Robotics and AI*, 2020, Vol. 7, 21, pp. 1–12. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021>
- 7 Scaradozzi, D., Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazzieri, E. Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities // *Technology, Knowledge and Learning*, 2019, 24(2), pp. 247–268. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>
- 8 Viegas, J.V., Villalba K.O. Education and Educative Robotics // *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 2017, 54, pp. 1–13. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>
- 9 Filippov, S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching robotics in secondary school // *IFAC PapersOnLine*, 2017, Vol. 50 (1), pp. 12155–12160. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2143>
- 10 Damaševicius, R., Narbutaitė L., Plaуска I., Blažauskas T. Advances in the use of educational robots in project-based teaching // *TEM Journal*, 2017, Vol. 6 (2), pp. 342–348. <https://doi.org/10.18421/TEM62-20>

References

- 1 López-Belmonte, J., Segura-Robles A., Moreno-Guerrero A.-J., Parra-González M.-E. Robotics in education: a scientific mapping of the literature in Web of Science // *Electronics*, 2021, Vol. 10, 291, pp. 1–18. <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>
- 2 Rahnavard, M. Alavi S.M.H., Khorasani S., Vakilian M., Fardmanesh M. Educational robot for principles of electrical engineering // *Scientia Iranica. Transactions on Computer Science & Engineering and Electrical Engineering (D)*, 2018, Vol. 25 (3), pp. 1582–1592. <https://doi.org/10.24200/SCI.2017.4369>
- 3 Ivanov, V.N., Ivanov A.V. Metodika jeffektivnogo obuchenija robototekhnicheskoy programmno-jelementnoj baze v

shkole // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal "Koncept" [Scientific and methodological electronic journal "Concept"], 2018, N 4, с. 223–233. e-ISSN 2304-120X (in Russ). <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2018-1-157-166>

4 Chekanova, L.A., Gazizov T.T. Analiz sovremennyh metodik obuchenija obrazovatel'noj robototekhnike // Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie [Pedagogical Review], 2019, N 6(28), с. 79–83. ISSN 2307-6127 (in Russ). <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2019-6-79-83>

5 Soboleva, E. V. Model' izuchenija robototekhniki na primere tehnologii smeshannogo obuchenija «perevjornutyj klass» // Jelektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal "Perspektivy nauki i obrazovanija" [Electronic scientific-practical journal "Prospects of Science and Education"], 2019, N 4 (40), с. 155-168. e-ISSN 2307-2334 (in Russ). <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.13>

6 Scaradozzi, D., Cesaretti L., Screpanti L., Mangina E. Identification of the students learning process during education robotics activities // Frontiers in Robotics and AI, 2020, Vol. 7, 21, pp. 1–12. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021>

7 Scaradozzi, D., Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazzieri, E. Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities // Technology, Knowledge and Learning, 2019, 24(2), pp. 247–268. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>

8 Viegas, J.V., Villalba K.O. Education and Educative Robotics // Revista de Educación a Distancia (RED), 2017, 54, pp. 1–13. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>

9 Filippov, S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching robotics in secondary school // IFAC PapersOnLine, 2017, Vol. 50 (1), pp. 12155–12160. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2143>

10 Damaševicius, R., Narbutaite L., Plauska I., Blažauskas T. Advances in the use of educational robots in project-based teaching // TEM Journal, 2017, Vol. 6 (2), pp. 342–348. <https://doi.org/10.18421/TEM62-20>