

Е.Х. Жабаяев¹, М.И. Ревшенова^{1*}

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан
*e-mail: revshenova@mail.ru

ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ И СИМУЛЯТОРЫ В ОБУЧЕНИИ РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация

Статья посвящена существующим подходам, виртуальным средам и симуляторам в робототехнике. Робототехника является одним из важных направлений, которые внедряются в образовательных учреждениях Казахстана. Робототехника предоставляет уникальную возможность стимулировать интерес к науке, технологии, инженерии и математике (STEM) у учащихся и развивать их навыки в области программирования, решения задач, творческого мышления. А также помогает учащимся развивать навыки командной работы, проблемного мышления, креативности и инноваций. Для обучения робототехнике можно использовать виртуальные среды и симуляторы, программные инструменты, позволяющие смоделировать и имитировать работу роботов в виртуальном окружении. Учащиеся могут программировать и тестировать свои навыки виртуально. Приведены некоторые популярные виртуальные среды и симуляторы, используемые в обучении робототехнике, в частности, Gazebo, Webots, V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform), Robot Mesh Studio, RoboBlockly, Open Roberta Lab. Выделены особенности и возможности данных виртуальных сред и симуляторов.

Ключевые слова: робототехника, виртуальные среды, симуляторы, обучение, среда моделирования, датчики, программирование роботов.

Аңдатпа

Е.Х. Жабаяев¹, М.И. Ревшенова¹

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

РОБОТОТЕХНИКА ОҚЫТУДАҒЫ ВИРТУАЛДЫ ОРТАЛАР МЕН СИМУЛЯТОРЛАР

Мақала қолданыстағы тәсілдерге, виртуалды робототехникалық орталар мен симуляторларға арналған. Робототехника Қазақстанның білім беру жүйесінде маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Робототехника студенттердің ғылымға, технологияға, инженерияға және математикаға (STEM) қызығушылығын оятуға және оларды программалау, есептерді шешу, шығармашылық ойлау дағдыларын дамытуға бірегей мүмкіндік береді. Сондай-ақ оқушыларға топтық жұмыс, проблемалық ойлау, шығармашылық және инновация дағдыларын дамытуға көмектеседі. Робототехниканы оқыту үшін виртуалды орталар мен симуляторларды, виртуалды ортадағы роботтардың жұмысын модельдеуге және имитациялауға мүмкіндік беретін программалық құралдарды пайдалануға болады. Оқушылар өз дағдыларын іс жүзінде программасын жазып және тексере алады. Робототехниканы оқытуда қолданылатын кейбір танымал виртуалды орталар мен симуляторлар, атап айтқанда Gazebo, Webots, V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform), Robot Mesh Studio, RoboBlockly, Open Roberta Lab. Виртуалды орта мен симуляторлар деректерінің мүмкіндіктері мен ерекшеліктері көрсетілген.

Түйін сөздер: робототехника, виртуалды орта, симуляторлар, оқыту, модельдеу ортасы, сенсорлар, роботты программалау.

Abstract

VIRTUAL ENVIRONMENTS AND SIMULATIONS IN ROBOTICS TEACHING

Zhabayev Ye.H.¹, Revshenova M. I.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article is devoted to existing approaches, virtual environments and simulators in robotics. Robotics is one of the important areas that are being implemented in educational institutions of Kazakhstan. Robotics provides a unique opportunity to stimulate students' interest in science, technology, engineering and mathematics (STEM) and develop their skills in programming, problem solving, and creative thinking. It also helps students develop teamwork, problem thinking, creativity and innovation skills. To teach robotics, you can use virtual environments and simulators, software tools that allow you to simulate and simulate the work of robots in a virtual environment. Students can program and test their virtual skills. Some popular virtual environments and simulators used in robotics training are given, in particular, Gazebo, Webots, V-REP (Virtual Robot Experiment Platform), Robot Mesh Studio, RoboBlockly, Open Roberta Lab. The features and capabilities of these virtual environments and simulators are highlighted.

Keywords: robotics, virtual environments, simulators, training, simulation environment, sensors, robot programming.

Введение

Робототехника испытывает стремительное развитие и все более широко применяется в различных областях. В настоящем исследовании был проведен анализ существующих подходов, виртуальных сред и симуляторов в робототехнике.

Виртуальные среды и симуляторы позволяют учащимся изучать и практиковать навыки робототехники в контролируемой и безопасной виртуальной среде. Они могут создавать и программировать виртуальных роботов, решать задачи и экспериментировать с различными сценариями. Симуляторы облегчают доступность обучения робототехнике, особенно для тех, кто не имеет доступа к физическим роботам или специализированному оборудованию.

Использование виртуальных сред и симуляторов в робототехнике имеют ряд преимуществ, которые способствуют более эффективному обучению: экономическая эффективность (симуляторы позволяют сократить затраты на разработку и тестирование робототехнических систем, снижают необходимость в физических компонентах, оборудовании), безопасность (симуляторы обеспечивают безопасную среду для проведения экспериментов и тестирования роботов), большая гибкость (позволяют создавать разнообразные виртуальные среды с различными параметрами и характеристиками, облегчая исследование и экспериментирование в разных условиях и сценариях, а также позволяет проводить множество повторных испытаний без физических ограничений), ускорение процесса разработки (можно быстро создавать и тестировать различные алгоритмы и модели робототехнических систем).

Методология исследования

Был проведен первичный анализ существующих подходов и виртуальных сред и симуляторов в робототехнике, которые помогают обучающимся изучать, моделировать и имитировать работу роботов в виртуальном окружении. Они предоставляют учащимся возможность изучать и практиковать навыки робототехники без необходимости физического наличия реального робота или оборудования.

Результат

В обучении робототехники учащимся применяются различные подходы, такие как проектно-ориентированный подход, использование робототехнических наборов и платформ, конкурсы и соревнования, виртуальные среды и симуляторы, которые помогают изучать и понимать основы робототехники.

Проектно-ориентированный подход предполагает, что учащиеся работают над проектами, связанными с робототехникой. Они могут строить и программировать роботов для решения конкретных задач или проблем. Проекты могут варьироваться от создания робота-манипулятора до автономного мобильного робота. Этот подход способствует практическому применению знаний и развитию навыков решения проблем[1-4].

Учащиеся могут участвовать в робототехнических конкурсах и соревнованиях, где они должны разработать и построить робота, способного выполнять определенные задачи. Это могут быть такие соревнования, как линейные маршруты, борьба роботов, автономные гонки и другие. Участие в таких соревнованиях способствует командной работе, творческому мышлению и развитию навыков инженерии и программирования.

Использование робототехнических наборов и платформ в обучении робототехники. Существуют специальные робототехнические наборы и платформы, которые предназначены для обучения учащихся основам робототехники. Эти наборы обычно включают механическую структуру робота, электронику, датчики и программное обеспечение. Они облегчают процесс построения и программирования роботов, позволяя учащимся изучать основные концепции и принципы робототехники на практике.

Для обучения робототехнике учащимся можно использовать виртуальные среды и симуляторы. Это программные инструменты, которые позволяют смоделировать и имитировать работу роботов в виртуальном окружении. Учащиеся могут программировать и тестировать свои навыки виртуально.

Виртуальные среды и симуляторы в робототехнике представляют собой программные инструменты, которые моделируют и имитируют работу роботов в виртуальном окружении. Они предоставляют учащимся возможность изучать и практиковать навыки робототехники без необходимости физического наличия реального робота или оборудования. Вот некоторые популярные виртуальные среды и симуляторы, используемые в обучении робототехнике:

Gazebo - мощный симулятор, который позволяет создавать и моделировать роботов и их окружение. Он предоставляет возможности для разработки и тестирования управления роботами, взаимодействия с окружающей средой, навигации и многого другого. Gazebo поддерживает различные физические движки и может быть интегрирован с различными фреймворками и платформами робототехники (Рисунок 1).

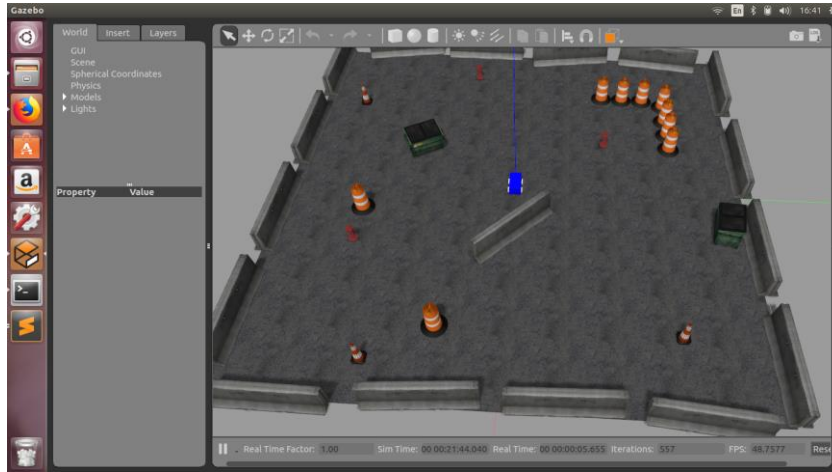


Рисунок 1. Интерфейс симулятора роботов Gazebo

Gazebo - это симулятор роботов и мощная виртуальная среда моделирования, разработанная Open Source Robotics Foundation (OSRF). Некоторые особенности и возможности Gazebo описаны ниже на рисунке 2.

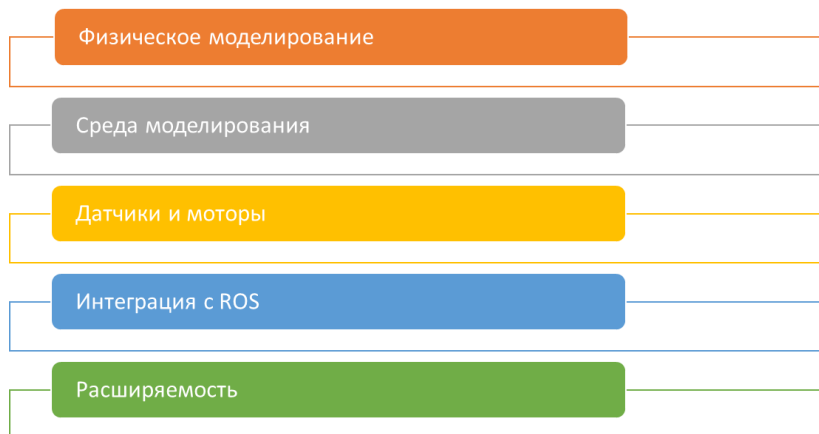


Рисунок 2. Особенности и возможности симулятора роботов Gazebo

Физическое моделирование: Gazebo предлагает точное физическое моделирование, позволяя разработчикам симулировать и изучать поведение роботов в реалистичной физической среде. Он учитывает факторы, такие как гравитация, трение, столкновения и динамику объектов, чтобы обеспечить точное моделирование физических взаимодействий.

Среда моделирования: Gazebo позволяет создавать виртуальные окружения, включающие в себя различные объекты, поверхности, препятствия, сенсоры и многое другое. Разработчики могут настраивать параметры окружения и добавлять элементы, чтобы симулировать конкретные сценарии и задачи.

Датчики и моторы: Gazebo поддерживает различные типы датчиков и моторов, которые могут быть добавлены к модели робота. Это включает в себя камеры, лидары, инфракрасные сенсоры, гироскопы, моторы и другие устройства. Разработчики могут настраивать параметры датчиков и моторов, а также программировать их поведение.

Интеграция с ROS: Gazebo тесно интегрирован с Robot Operating System (ROS), что облегчает разработку и тестирование робототехнических систем с использованием ROS. Он предоставляет

инструменты для обмена данными и командами между Gazebo и другими узлами ROS, а также для взаимодействия с пакетами и библиотеками ROS.

Расширяемость: Gazebo предлагает множество плагинов и расширений, которые позволяют расширять его функциональность и интегрировать дополнительные возможности. Разработчики могут создавать собственные модели роботов, сенсоров, контроллеров и других компонентов, а также делиться своими плагинами с сообществом.

Webots - это мультиплатформенная среда моделирования роботов, которая предоставляет реалистичную виртуальную среду для разработки и тестирования роботов. Она поддерживает различные типы роботов и датчиков, а также позволяет программировать и контролировать их поведение с использованием различных языков программирования (Рисунок 3).

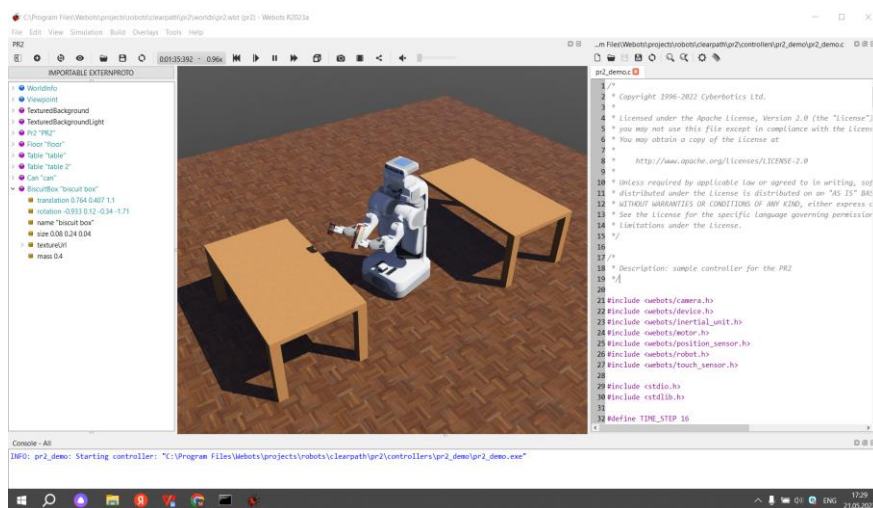


Рисунок 3. Интерфейс мультиплатформенной среды моделирования роботов Webots

Инструмент для создания виртуальных моделей роботов, их программирования и симуляции в различных средах Webots обладает некоторыми особенностями и возможностями (Рисунок 4).



Рисунок 4. Возможности мультиплатформенной среды моделирования роботов Webots

V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform) - универсальная среда, разработанная компанией Coppelia Robotics, для симуляции роботов, которая предлагает широкий спектр возможностей моделирования. Она поддерживает различные типы роботов и датчиков, а также обеспечивает графический интерфейс для программирования и контроля роботов. Некоторые особенности и возможности V-REP описаны ниже на рисунке 5:

Моделирование роботов	позволяет разработчикам создавать виртуальные модели роботов с высокой степенью детализации.
Симуляция окружения	предоставляет возможность создания и симуляции различных сред и окружений, в которых работают роботы.
Программирование роботов	предоставляет удобную среду программирования для разработки поведения роботов, также поддерживает интеграцию с другими популярными языками программирования и фреймворками, такими как Python и ROS
Датчики и моторы:	поддерживает различные типы датчиков и моторов, которые могут быть добавлены к модели робота. Это включает в себя камеры, инфракрасные сенсоры, моторы и другие устройства.
Визуализация и анализ данных	предоставляет графический интерфейс, который позволяет визуализировать работу моделей роботов в реальном времени

Рисунок 5. Возможности V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform)

Robot Mesh Studio – это комплексный инструмент для работы с робототехникой, предоставляемый онлайн. Он предоставляет возможности для разработки, программирования и симуляции роботов.

В Robot Mesh Studio вы можете создавать и редактировать программы на языке Blockly или Python для различных платформ робототехники, включая VEX IQ, VEX Cortex, LEGO Mindstorms EV3 и Raspberry Pi. Вы можете использовать визуальное программирование с помощью блоков Blockly или писать код на языке Python.

Симулятор в Robot Mesh Studio позволяет вам запускать и тестировать созданные программы на виртуальных роботах без необходимости физического оборудования. Это позволяет вам изучать робототехнику, экспериментировать с различными программами и проверять их работу в виртуальной среде (Рисунок 6).

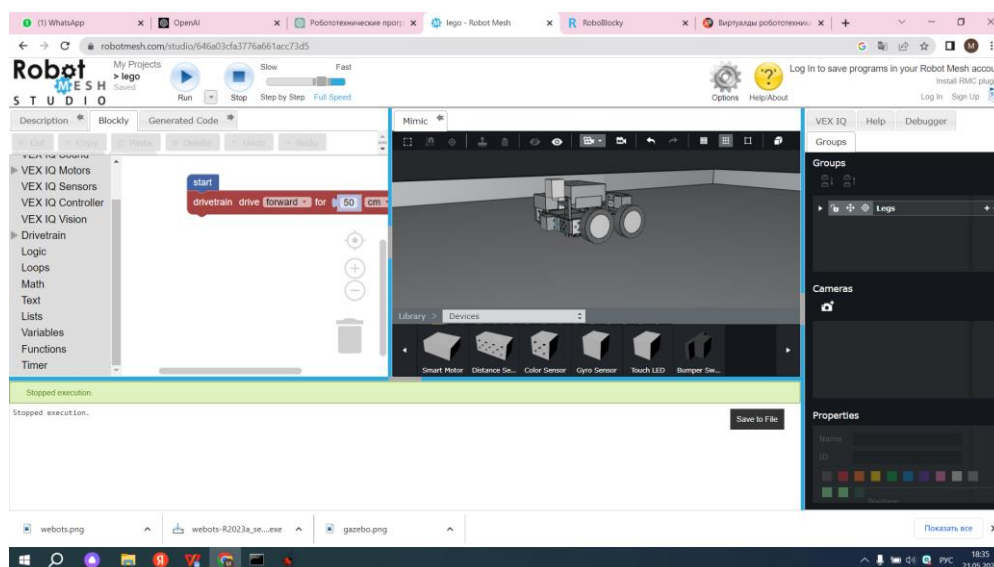


Рисунок 6. Интерфейс Robot Mesh Studio

RoboBlockly – это онлайн-инструмент, предназначенный для обучения программированию роботов с использованием визуальных блоков. Он разработан для помощи начинающим программистам и учащимся в изучении основ робототехники и программирования (Рисунок 7). RoboBlockly предоставляет графический интерфейс, где вы можете создавать программы для различных роботов, включая LEGO Mindstorms EV3, Dash and Dot, Sphero, mBot и других. Вы можете перетаскивать и соединять блоки программы, чтобы определить последовательность действий для вашего робота.



Рисунок 7. Интерфейс RoboBlockly

Open Roberta Lab - это онлайн-платформа для программирования роботов, разработанная для образовательных целей. Эта платформа предоставляет интуитивный интерфейс программирования на блоках, который позволяет начинающим и опытным программистам создавать программы для различных робототехнических платформ (Рисунок 8).

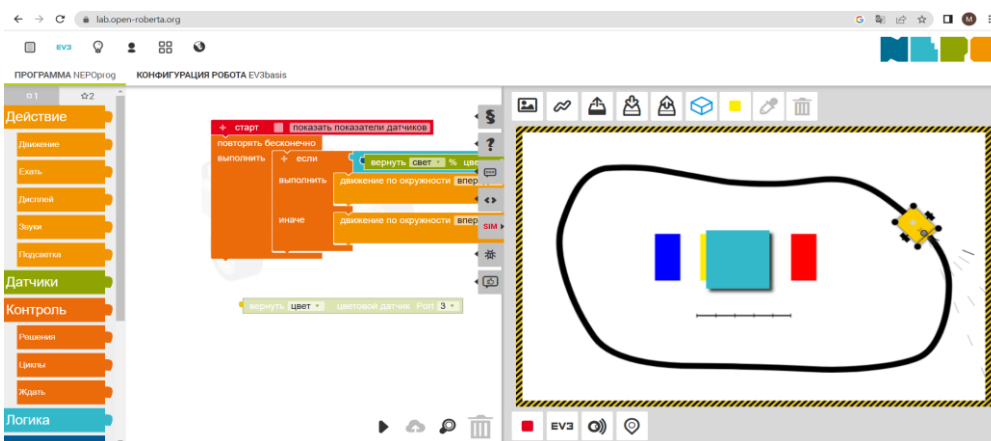


Рисунок 8. Интерфейс Open Roberta Lab

Open Roberta Lab поддерживает роботы таких производителей, как LEGO Mindstorms EV3, Arduino и Calliore mini. Вы можете выбрать свою платформу и использовать блоки программы, чтобы определить поведение робота, его движения, сенсорные взаимодействия и многое другое. Помимо этого, Open Roberta Lab предоставляет ряд обучающих ресурсов, уроков и проектов, которые помогут вам в изучении робототехники и программирования. Вы также можете делиться своими программами с другими пользователями и работать совместно над проектами [5]. Open Roberta Lab является открытым проектом и доступен бесплатно для использования. Это делает его популярным выбором среди учителей, студентов и любителей робототехники для обучения и практики программирования роботов.

Вышеописанные виртуальные среды и симуляторы играют важную роль в обучении робототехнике. Они предоставляют обучающимся возможность практической работы с роботами и средами, не требуя физического наличия реального оборудования. Виртуальные среды и симуляторы предоставляют студентам возможность изучать и практиковать программирование роботов. Обучающиеся могут создавать программы для управления роботами, задавать им задачи и наблюдать за результатами виртуальной симуляции. Это помогает им развить навыки программирования и понять основы робототехники [6].

Виртуальные среды и симуляторы позволяют студентам исследовать различные алгоритмы и архитектуры роботов без необходимости физической реализации. Обучающиеся могут моделировать различные сценарии, тестировать различные подходы и анализировать их результаты. Это способствует их пониманию принципов робототехники и помогает развить исследовательские навыки. Виртуальные среды и симуляторы позволяют студентам разрабатывать и отлаживать системы управления для роботов. Обучающиеся могут создавать модели роботов, настраивать и программировать их компоненты, а затем тестировать и проверять работу системы управления в виртуальной среде. Это помогает им развить навыки проектирования и отладки робототехнических систем. Виртуальные среды и симуляторы предоставляют платформу для исследования и разработки новых решений. Обучающиеся могут экспериментировать с различными датчиками, алгоритмами и стратегиями управления, чтобы создавать более эффективные и инновационные робототехнические системы. Использование всех видов виртуальных сред и симуляторов в обучении робототехнике возможна. Подходящий вид виртуальных сред и симулятора, используемые в обучении робототехнике выбирается исходя из образовательных задач, а также технических возможностей доступной платформы.

Дискуссия

Виртуальные среды и симуляторы в робототехнике позволяют более эффективно моделировать и имитировать работу роботов в виртуальном окружении. Они предоставляют обучающимся возможность изучать и практиковать навыки робототехники без необходимости физического наличия реального робота или оборудования.

Заключение

Был проведен анализ некоторых популярных виртуальных сред и симуляторов, используемые в обучении робототехнике, выявлены особенности и возможности данных платформ:

- моделирование роботов;
- симмуляция окружения;
- программирования роботов;
- датчики и моторы;
- управление ресурсами и планирование;
- расширяемость;
- визуализация и анализ данных и т.д.

Описаны ряд преимуществ использования виртуальных сред и симуляторов в робототехнике, которые способствуют более эффективному обучению:

- позволяют сократить затраты на разработку и тестирование робототехнических систем, снижают необходимость в физических компонентах, оборудовании;
- обеспечивают безопасную среду для проведения экспериментов и тестирования роботов), большая гибкость
- позволяют создавать разнообразные виртуальные среды с различными параметрами и характеристиками, облегчая исследование и экспериментирование в разных условиях и сценариях,
- ускорение процесса разработки.

Виртуальные среды и симуляторы являются отличным инструментом для обучения робототехники. Студенты и учащиеся могут практиковать программирование роботов, изучать принципы работы и взаимодействия с робототехническими системами, а также развивать навыки решения задач в безопасной и контролируемой среде.

В целом, использование виртуальных сред и симуляторов в робототехнике является важным и неотъемлемым элементом, который способствует эффективному и безопасному прогрессу в этой области.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках грантового исследования: №AP19579496 «Разработка мобильного приложения по обучению робототехнике для учащихся средней казахской школы».

Список использованной литературы:

- 1 Сыдыхов, Б., Қойшыман, Г. и Батырхан, З. Методические особенности обучения школьников основ робототехники. Вестник «Физико-математические науки». 69, 1 (июн. 2021), 426–430.
- 2 Шекербекова, Ш., Абдулкаримова, Г., Арынова, Г. и Ербол, А. Организация проектной деятельности при обучении образовательной робототехнике будущих учителей информатики. Вестник «Физико-математические науки». 74, 2 (июл. 2021), 77–85. DOI:<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.10>.
- 3 Нурбекова Ж., Толғанбайұлы, Т. Формирование профессиональной компетенции студентов вуза в процессе проектно-ориентированного обучения программированию микророботов. ВЕСТНИК Серия «Физико-математические науки». №2(70), (июн. 2020), 264–270. DOI:<https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42>.
- 4 Бидайбеков Е.Ы., Григорьев С.Г., Бостанов Б.Ф. Оқытудағы робототехника: Оқу құралы. – Алматы: Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университет, «Ұлагат» баспасы, 2019. –150 б.
- 5 Климина Н.В. Виртуальная робототехника на базе робосимуляторов VEXcode VR и Open Roberta Lab. Информатика в школе. 2022, №3, 13-26
- 6 Баймендинова, А. Н. Орта білім беруде виртуалды оқытудың тиімділігі. Молодой ученый. -2022, № 12 (407), С. 318-321. URL: <https://moluch.ru/archive/407/89591>

References:

- 1 Sydyhov, B., Kojshyman, G. i Batyrhan, Z. (2021) Metodicheskie osobennosti obuchenija shkol'nikam osnov robototekhniki [Methodological features of teaching students the basics of robotics]. Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 69, 1 (ijun. 2021), 426–430. (In Russian)
- 2 Shekerbekova, Sh., Abdulkarimova, G., Arynova, G. i Erbol, A. (2021) Organizacija proektnoj dejatel'nosti pri obuchenii obrazovatel'noj robototekhnike budushhih uchitelej informatiki [Organization of project activities in teaching educational robotics to future computer science teachers]. Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 74, 2, 77–85. DOI:<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.10>. (In Russian)
- 3 Nurbekova Zh., Tolzanbajuly, T. (2020) Formirovanie professional'noj kompetencii studentov vuza v processe proektno-orientirovannogo obuchenija programmirovaniju mikrorobotov [Formation of professional competence of university students in the process of project-oriented training in programming of micro robots]. VESTNIK Serija «Fiziko-matematicheskie nauki». No2(70), 264–270. DOI:<https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42>. (In Russian)
- 4 Bidajbekov E.Y., Grigor'ev S.G., Bostanov B.F. (2019) Okytudagy robototekhnika [Robotics in education]: Oku kuraly. Almaty: Abaiatyndagy Kazak ulttyk pedagogikalyk universitet, «Ulagat» baspasy, 150. (In Kazakh)
- 5 Klimina N.V. (2022) Virtual'naja robototekhnika na baze robosimuljatorov VEXcode VR i Open Roberta Lab [Virtual robotics based on VEX code VR and Open Roberta Lab robot simulators]. Informatika v shkole. №3, 13-26. (In Russian)
- 6 Bajmendinova, A. N. (2022) Orta bilim berude virtualdy oqytudyń tiimdiligi [The effectiveness of virtual learning in secondary education]. Molodoj uchenyj. № 12 (407). - S. 318-321. URL: <https://moluch.ru/archive/407/89591>. (In Kazakh)