

Н. Ю. Петров¹✉, А. В. Баранов¹, С. А. Стрельцов¹

Технологии в организации дополнительного образования школьников на элективном курсе физики технического университета

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: n.petrov@corp.nstu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются технологии, применяемые на элективных курсах физики в рамках кафедры общей физики Новосибирского государственного технического университета, их эффективность и влияние на мотивацию учащихся. Основная цель курса – повышение мотивации учащихся к изучению естественнонаучных дисциплин, формирование инженерного мышления и подготовка к обучению в техническом вузе. В работе описаны ключевые технологии, применяемые в курсе, такие как сочетание натуральных экспериментов и компьютерного моделирования, прототипирование киберфизических систем на платформе Arduino, проектно-исследовательская деятельность в командах, интеграция STEM-подхода и использования технологий BYOD, что позволяет школьникам применять личные гаджеты (смартфоны, планшеты) в учебных исследованиях. Программа курса рассчитана на 5 лет (7–11 классы) и включает как аудиторные, так и дистанционные занятия. Результаты реализации курса демонстрируют рост интереса учащихся к инженерным специальностям, развитие навыков работы с измерительным оборудованием, программирования и командной работы. В работе подчеркивается важность взаимодействия школ и вузов для преодоления дефицита практико-ориентированной подготовки учащихся.

Ключевые слова: элективный курс физики, физический эксперимент, дополнительное образование школьников, проектно-исследовательская деятельность, Arduino

N. Y. Petrov¹✉, A. V. Baranov¹, S. A. Streltsov¹

Technologies in the Organization of Additional Education for Schoolchildren in the Elective Physics Course at the Technical University

¹Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: n.petrov@corp.nstu.ru

Abstract. The article discusses the technologies used in elective physics courses at the Department of General Physics of Novosibirsk State Technical University, their effectiveness and impact on student motivation. The main purpose of the course is to increase students' motivation to study natural science disciplines, form engineering thinking and prepare for studying at a technical university. The paper describes key technologies used in the course, such as a combination of natural experiments and computer modeling, prototyping of cyber-physical systems on the Arduino platform, design and research activities in teams, integration of the STEM approach and the use of BYOD technologies, which allows students to use personal gadgets (smartphones, tablets) in educational research. The elective course program is designed for 5 years (grades 7-11) and includes both classroom and distance learning. The results of the elective course demonstrate: the growing interest of students in engineering specialties, the development of skills in working with measuring equipment,

programming and teamwork. The paper emphasizes the importance of interaction between schools and universities to overcome the shortage of practice-oriented training for students.

Keywords: elective physics course, physical experiment, additional education for schoolchildren, design and research activities, Arduino

Введение

В условиях стремительного развития технологий и цифровизации общества особую актуальность приобретает решение кадровой проблемы реального сектора экономики, которое предполагает популяризацию технических (инженерных) специальностей среди молодежи, повышение качества подготовки учащихся по естественно-научным дисциплинам. В этом направлении может существенно помочь организация курсов дополнительного образования в технических университетах.

В настоящее время университеты активно вовлекаются в процесс дополнительного образования школьников, предлагая различные элективные курсы инженерной направленности, например, курсы по физике и основам физического эксперимента, специальные курсы по отдельным разделам физики. Такой подход направлен на развитие практических навыков и углубленное понимание физических процессов. Интеграция современных технологий в обучение способствует повышению качества образования и формированию у школьников компетенций, необходимых в современной научно-технической среде. Дополнительное образование школьников в рамках элективных курсов по физике способствует формированию инженерного мышления и подготовке будущих абитуриентов к обучению в техническом вузе.

В последние годы интерес к инженерным специальностям стал постепенно возрастать. В 2024 году по данным исследования качества приема в российские университеты, проводимого Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики», технические университеты впервые заняли половину Топ-20 российских вузов по качеству приема [1]. При этом последние пять лет интерес к физике падал. Только в 2024 году прекратилось снижение доли абитуриентов, выбирающих ЕГЭ по физике. Но число сдающих физику по-прежнему существенно отстает от числа абитуриентов, сдающих обществознание и информатику.

В среднем уровень подготовки студентов первого курса технических университетов в области естественнонаучных дисциплин остается невысоким. Это подтверждается как различными исследованиями [2-5], так и анализом качества знаний по физике, проводимым авторами в Новосибирском техническом университете (НГТУ НЭТИ).

Для решения этой проблемы необходимо взаимодействие школы и вуза [6]. Такое взаимодействие можно реализовать различными способами. В частности, элективные курсы при технических университетах могут стать площадкой для подготовки будущих инженеров.

Уже более 10 лет на кафедре общей физики НГТУ НЭТИ реализуется элективный курс физики, целью которого является организации и развитие инженерно-технического творчества школьников, а также повышение общего уровня подготовки по физике [7,8].

Особенности организации элективного курса физики в НГТУ НЭТИ

В рамках элективного курса организуется проектно-исследовательская деятельность обучающихся 7-11 классов, которая связана с постановкой физических экспериментов и компьютерным моделированием [7,9].

Большая часть занятий с учащимися проводятся в двух специализированных лабораториях НГТУ НЭТИ: лаборатории физического эксперимента и лаборатории компьютерного моделирования.

Программа курса рассчитана на 5 лет (с 7 по 11 класс) и по содержанию коррелирует со школьной программой по физике.

Помимо работы в аудиториях с учащимися проводятся дистанционные консультации, как в режиме реального времени, так и в форме асинхронного дистанционного обучения.

Формой контроля полученных учащимися компетенций являются публичные выступления с результатами проектно-исследовательской деятельности.

Технологии в организации дополнительного образования школьников на элективном курсе физики

В рамках элективного курса проходит обучение школьников технологиям выполнения экспериментов в учебных физических лабораториях университета.

Лаборатории оснащены модульными учебными комплексами с экспериментальными установками, измерительными системами и компьютерами. Учащиеся развивают навыки работы с лабораторным оборудованием, знакомятся с правилами проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных, анализом результатов. Параллельно происходит обучение школьников технологиям математического моделирования физических процессов с использованием компьютеров в средах Excel и MathCad.

Последние применяются для обработки экспериментальных данных и исследования математических моделей. В Excel производятся простейшие расчеты, визуализируются графики и диаграммы. Excel используется для быстрой обработки данных с датчиков и построения графиков в реальном времени. В MathCad решаются более сложные задачи, создаются анимации.

В младших классах школьники работают с учебными физическими экспериментами, которые одинаковы для всех и рассчитаны на овладение навыками выполнения проектно-исследовательских работ. Происходит обучение технологиям прототипирования киберфизических систем с использованием программно-аппаратной платформы Arduino. Платформа позволяет создавать простые киберфизические устройства и экспериментальные установки, такие, например, как сонар, система контроля атмосферы, система сигнализации, система

гироскопической стабилизации. В среде Arduino IDE учащиеся программируют работу с датчиками, интегрируя их с алгоритмами обработки данных.

В старших классах команды школьников выполняют инженерно-исследовательские проекты с прототипированием киберфизических систем на базе Arduino. Учащиеся могут сосредоточиться как на инженерных задачах, так и на проведении исследований физического характера.

Использование микроконтроллеров в образовательном процессе расширяет возможности. На разработанных экспериментальных установках с помощью микроконтроллеров и компьютеров учащиеся проводят диагностику и управление физическими процессами. Одновременно они учатся совмещать серьезное измерительное оборудование (например, двухканальный цифровой осциллограф) с разработанными измерительными комплексами.

Школьники учатся объединять свои знания из различных областей. Например, в работе, посвященной созданию радара на основе ультразвукового модуля, учащиеся на базе Arduino собрали одноосевой радар, а графический интерфейс к нему написали на языке Processing в среде Arduino IDE.

Реализация инженерной направленности элективного курса опирается на образовательную концепцию STEM, оправдавшую себя в международной практике инженерного образования [10-13], и использование специальных технологий, включая BYOD [14].

В частности, технологии BYOD повышают мотивацию учащихся. Школьникам интересно использовать в экспериментах и исследовать с физической точки зрения свои гаджеты, такие как смартфон, планшет.

Отметим, что созданные учащимися лабораторные стенды используются в процессе обучения студентов и школьников. Таким образом, решается задача по созданию демонстрационного оборудования. А школьники выступают в роли создателей средств обучения [15].

Результаты

Анализ результатов внедрения описанных технологий в элективный курс физики технического университета показал эффективность применения данного подхода для повышения качества образования школьников в области физики и пробуждения интереса к инженерным профессиям.

Анализ деятельности обучающихся на элективном курсе демонстрирует:

- 1) уже на начальном уровне обучения большинство школьников проявляет значительный интерес к выполнению проектов с Arduino, работе с измерительным оборудованием, использованию смартфона как измерительного прибора;
- 2) длительность курса позволяет постепенно увлечь инженерной деятельностью подавляющее большинство учащихся;
- 3) иногда выбор командами тем для проведения исследований оказывается весьма неожиданным и демонстрирует возросший уровень самостоятельности и информированности школьников;
- 4) по окончании курса до 35% учащихся поступают в НГТУ НЭТИ.

При организации аналогичного элективного курса важно учитывать следующие моменты.

1. Необходимо наличие аппаратно-программных компонент платформы Arduino для индивидуальной работы школьников на занятиях.

2. Необходимы компьютеры с программным обеспечением, позволяющим осуществлять математическое моделирование.

3. Необходимо наличие аппаратных и программных компонент для реализации дистанционных образовательных технологий.

4. Необходима мастерская, в которой могут работать школьники.

5. Необходимы контроль и помощь командам при выполнении учебных проектов на начальном уровне обучения.

6. По результатам выполнения проектов командами необходимо организовать выступления с докладами.

Заключение

Элективный курс физики технического университета инженерной направленности позволяет создать условия для развития у обучающихся интереса к инженерной деятельности путем системного и активного внедрения ее элементов в структуру организуемой деятельности школьников. Прохождение программы курса повышает мотивация школьников к изучению физики, углубляет и расширяет их знания не только в области естественно-математических дисциплин, но и в IT сфере, электронике и схемотехнике.

Использование аппаратно-программной платформы Arduino и технологий BYOD позволяет обучающимся на курсе получить навыки моделирования, конструирования и прототипирования простых кибер-физических систем.

Проведение занятий в лабораториях университета способствует не только формированию инженерных компетенций учащихся, но и мотивирует к выбору инженерных специальностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мониторинг качества приема в вузы РФ [Электронный ресурс] / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М., 2024. – URL: <https://www.hse.ru/egs2024/> (дата обращения: 15.07.2024).

2. Зырянова, И. М. Психолого-педагогические проблемы организации учебной деятельности студентов первого курса инженерного вуза / И. М. Зырянова // Инновационная наука. – 2022. – № 3-2. – С. 87–90.

3. Белова О. В., Лебедева О. В. Эффективность обучения физике студентов физического факультета и пути ее повышения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2019. – № 4 (56). – С. 182–186.

4. Погибельская, Н. Б. Преимущество образования в школе и вузе в области естественных наук / Н. Б. Погибельская, А. П. Погибельский // Актуальные вопросы модернизации российского образования: Материалы XXI Международной научно-практической конференции, Таганрог, 30 января 2015 года / Центр научной мысли. – Таганрог: Издательство «Перо». – 2015. – С. 81–85.

5. Основные результаты российских учащихся в международном исследовании читательской, математической и естественнонаучной грамотности PISA–2018 и их интерпретация

/ Адамович К. А., Капуза А. В., Захаров А. Б., Фрумин И. Д.; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 28 с.

6. Непрерывное исследовательское обучение физике в системе «школа-вуз» / О. В. Лебедева, К. А. Марков, Е. Л. Ким, М. А. Фаддеев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5-2. – С. 113–118.

7. Баранов А.В., Петров Н.Ю. Комплексный элективный курс по физике в образовательном пространстве «лицей-университет» // Преподавание естественных наук, математики и информатики в вузе и школе: сб. материалов 8 междунар. науч.-метод. конф., Томск, 27–28 окт. 2015 г. – Томск: ТГПУ. – 2015. – С. 94–97.

8. Баранов, А. В. Организация и технологии элективного курса физики для инженерных классов / А. В. Баранов, Н. Ю. Петров // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Приоритетные ориентиры высшего образования в России: стратегическое партнерство и технологический суверенитет: материалы международной научно-методической конференции. В 2 ч., Томск, 25–26 января 2024 года. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – 2024. – С. 172–176.

9. Баранов, А. В. Обучение компьютерному моделированию механического движения в Mathcad на системе «сквозных» задач (Часть 1) / А. В. Баранов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – № 11(89). – С. 98–109.

10. Simarro C., Couso, D. Engineering practices as a frame-work for STEM education: a proposal based on epistemic nuances // International Journal of STEM Education. 2021. Vol.8, N 1. P. 53.

11. Denton M., Borrego M. Funds of knowledge in STEM education: A scoping review // Studies in engineering education. 2021. Vol.1., N 2. P. 71–92.

12. Wang C., Shen J., Chao J. Integrating computational thinking in STEM education: A literature review // International Journal of Science and Mathematics Education. – 2022. – Vol. 20, – №. 8. – P. 1949–1972.

13. Sapounidis T., Tselegkaridis S., Stamovlasis D. Educational robotics and STEM in primary education: a review and a meta-analysis // Journal of Research on Technology in Education. – 2024. – Vol. 56. – N 4. – P. 462–476.

14. Баранов А. В., Петров Н. Ю. Технологии BYOD (“Bring Your Own Device”) в элективном курсе физики для инженерных классов // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2022. – Т. 7, – № 6. – С. 588–595.

15. Петров Н. Ю. Организация внеаудиторной деятельности студентов и школьников по созданию средств обучения / Н. Ю. Петров, Н. Ю. Березин // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод. конф., Томск, 1–2 февраля 2018 г. – Томск: Изд-во ТУСУР. – 2018. – С. 243–244.

© Н. Ю. Петров, А. В. Баранов, С. А. Стрельцов, 2025