



<http://LLL21.petrSU.ru>

<http://petrsu.ru>

Издатель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петрозаводский государственный университет»,
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный ежеквартальный журнал
НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: XXI ВЕК

Выпуск 3 (39).
Autumn 2022

Главный редактор
Т. А. Бабакова

Редакционная коллегия

Э. Ванхемпинг
О. Грауманн
С. А. Дочкин
З. Б. Ефлова
М. В. Иванова
А. В. Москвина
Е. А. Раевская
Э. Рангелова
В. В. Сериков
И. З. Сковородкина
А. П. Сманцер
И. И. Сулима
И. В. Филимоненко

Редакционный совет

А. Г. Бермус
Е. В. Борзова
А. Виегерова
Е. В. Игнатович
А. Клим-Климашевска
А. И. Назаров
Е. И. Соколова

Служба поддержки

С. А. Кадетова
Т. А. Каракан
А. Г. Марахтанов
Е. В. Петрова
Е. И. Соколова

ISSN 2308-7234

Свидетельство о регистрации СМИ Эл. № **ФС77-57767** от 18.04.2014

Решением Президиума ВАК журнал включен
в Перечень рецензируемых научных изданий (с 09.08.2018 г., «Педагогические науки»)

Журнал зарегистрирован в информационных системах РИНЦ (договор 473-08/2013)
и ERIH PLUS (18.06.15)

Адрес редакции

185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, д. 20, каб. 208
Электронная почта: LLL21@petrsu.ru

© ФГБОУ ВО «ПетрГУ»
© авторы статей

ЧЕСТЮНИНА Наталья Дмитриевна

старший преподаватель кафедры естественно-математического образования

Институт развития образования и социальных технологий

(г. Курган, Российская Федерация)

nat13che@gmail.com

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО КУРСА «ИНФОРМАТИКА – РОБОТОТЕХНИКА» ДЛЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Аннотация: одной из тенденций современного российского школьного образования является формирование у учащихся функциональной грамотности. Исследуемая нами инженерная грамотность считается ее компонентом, включающим навыки работы с цифровым оборудованием, командной работы и взаимодействия, умения анализировать, формулировать проблемы и гипотезы, делать выводы. Применительно к начальному общему образованию может быть рассмотрен вопрос о формировании у учащихся основ инженерной грамотности, в рамки которой входят начала алгоритмизации, основы креативного и критического мышления, базовые навыки работы с компьютерами и основы информационной грамотности, необходимые для дальнейшего изучения информатики и робототехники в основной школе.

В данной статье описаны методические особенности авторского интегрированного курса для начальной школы, который разработан с целью формирования основ инженерной грамотности учащихся 3-х и 4-х классов. Материалы исследования содержат разработки занятий на основе информатики и робототехники и рекомендации по проведению этих занятий. В рамках эксперимента по апробации курса были уточнены основные понятия и сформулированы положения авторской методики. Апробация проходила в рамках основного и дополнительного образования детей. По итогу анализа данных, собранных в ходе эксперимента, авторские разработки были дополнены и представлены дополнительно в формате электронных учебных и методических материалов. В дальнейшем материалы могут быть использованы в целях разработки интегрированных курсов для начальной школы на базе других предметов. Методика показала свою эффективность в сравнении с отдельным изучением информатики на уроках и робототехники в рамках дополнительного образования. Интеграция позволила комплексно сформировать предметные знания и умения учащихся, инструментальные навыки, логическое и алгоритмическое мышление.

Ключевые слова: интегрированный курс, информатика, робототехника, начальная школа, инженерная грамотность.

Дата поступления: 06.04.2022

Дата публикации: 26.09.2022

Для цитирования: Честюнина, Н. Д. Методические особенности реализации интегрированного курса «Информатика – робототехника» для начальной школы / Н. Д. Честюнина // Непрерывное образование: XXI век. – 2022. – Вып. 3 (39). – DOI: 10.15393/j5.art.2022.7850.

Natalya D. CHESTYUNINA

Senior Lecturer at the Department of Natural and Mathematical Education
The Institute of Development Education and Social Technologies
(Kurgan, Russian Federation)

nat13che@gmail.com

METHODOLOGICAL PRACTICE OF THE «COMPUTER SCIENCE AND ROBOTICS» INTEGRATED COURSE FOR ELEMENTARY SCHOOLS

Abstract: one of the trends in modern Russian school education is the formation of functional literacy. One of the components of functional literacy is engineering literacy. It includes the following skills: working with digital equipment, teamwork and interaction, ability to analyze and formulate problems and hypotheses, and draw conclusions. The formation of student basics engineering literacy in the context of primary general education is considered. It includes algorithmization elements, creative and critical thinking, basic computer skills and information literacy necessary for future study of computer science and robotics in basic school.

This article describes the methodological features of the author's integrated course for elementary school. It is developed to form the foundations of engineering literacy for students in grades 3 and 4. The research materials contain the development of classes based on computer science and robotics and recommendations for conducting these classes. To test the course the basic concepts were clarified and the provisions of the author's methodology were formulated. Testing took place as part of the basic and additional education of children. As a result of the analysis of the data collected the author's developments were supplemented and presented additionally in the format of electronic educational and methodological materials. In the future the materials can be used to develop integrated courses for elementary schools based on other subjects. The technique has shown its effectiveness in comparison with the separate study of computer science in the classroom and robotics in the frame of additional education. Integration made it possible to comprehensively form the subject knowledge and skills of students, instrumental skills, logical and algorithmic thinking.

Keywords: Integrated Course, Computer Science, Robotics, Elementary School, Engineering Literacy.

Received: April 04, 2022

Date of publication: September 26, 2022

For citation: Chestyunina N. D. Methodological practice of the «Computer science and robotics» integrated course for elementary schools. In: *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek [Lifelong education: the 21st century]*. 2022. № 3 (39). DOI: 10.15393/j5.art.2022.7850.

Система образования в России трансформируется по многим причинам, как внешним, так и внутренним. Изменения, необходимые для достижения целей и задач федеральных проектов [15], касаются всех ступеней образования. В этом контексте появляется множество авторских технологий и методик, динамично встраиваемых в урочную и внеурочную деятельность образовательных организаций [10]. В последние годы активно обновляется содержание таких предметов, как информатика и технология, что обосновано Стратегией научно-технологического развития РФ [19] и связано с массовым появлением в школах современного цифрового оборудования: наборов образовательной робототехники, электроники, пилотируемых дронов, 3D принтеров и др. Эти инструменты

позволяют подготовить учащихся к будущей профессиональной деятельности в условиях цифровизации экономики и производства. Атлас новых профессий [13] содержит перечень надпрофессиональных навыков, востребованных у современных работодателей, где в числе прочего указаны робототехника и программирование. Овладение этими навыками предполагает обучение с использованием цифровых интерактивных приборов. Благотворительный фонд ПАО «Сбербанк» «Вклад в будущее» поддерживает данную профориентационную позицию, определяя интеллект и креативность как основные ценности XXI в., необходимые конкурентоспособным специалистам [5]. Кроме того, отмечается важность критического мышления, кооперации, умения формулировать и решать проблемы. Однако эффективное использование средств обучения возможно только при условии последовательного, системного изучения их устройства и приемов работы с ними, т. к. сложные цифровые приборы требуют развитого логического мышления, внимательности, сосредоточенности учащегося во время работы. Анализ успеваемости учащихся 3-х и 4-х классов по информатике показал недостаточный уровень развития алгоритмического и логического мышления для овладения навыками программирования в основной школе. По данным входного (доэкспериментального) тестирования, в рамках работы экспериментальной площадки мы получили следующие позиции:

- верное высказывание о множествах объектов смогли выбрать 42 % учеников;
- оптимальный маршрут из точки А в точку Б на графе построили 32 % опрошенных;
- выполнили алгоритм для исполнителя с параметрами 40 % учащихся;
- верно составили алгоритм по задаче 36 %;
- сборку модели робота по технологической карте осуществили 70 % учеников;
- заполнение таблиц, сбор и анализ данных с цифровых датчиков верно выполнили 12 % учащихся.

Эти данные указывают на противоречие между необходимостью внедрения в практику работы образовательных организаций современного учебного оборудования для выпуска конкурентоспособных специалистов и недостаточной практико-теоретической базой учащихся для качественной и эффективной работы с цифровыми средствами обучения. В этой связи особенно важна подготовка учащихся начальной школы к использованию цифровых средств обучения в рамках уроков информатики, технологии, математики и во внеурочной деятельности, в дополнительном образовании на занятиях по 3D моделированию, робототехнике, конструированию. Таким образом, ученики младших классов постепенно познакомятся с техникой безопасности при работе с цифровыми устройствами, научатся конструировать робототехнические системы, составлять алгоритмы, пилотировать установки и пр. Кроме того, на уроках информатики школьники научатся работать с информацией, в том числе при помощи цифровых датчиков и компьютера, познакомятся с началами математической логики, приобретут основы компьютерной грамотности.

Анализ работ современных разработчиков образовательных программ и учебно-методических материалов для начальной школы (А. В. Горячев, Т. А. Рудченко, Н. В. Макарова, Л. П. Панкратова и др.) показывает необходимость выделения дополнительных часов учебного плана для полноценной работы с учащимися по использованию современного цифрового оборудования, формированию основ компьютерной грамотности, алгоритмического и логического мышления, поскольку в рамках урочной деятельности, с их точки зрения, на это выделяется недостаточно времени. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (Стандарт) устанавливает обязательную предметную область «Математика и информатика» [20], в рамках которой учащиеся изучают основы счета, алгоритмического мышления, математической логики и многое другое. Кроме того, на уроках технологии школьники знакомятся с некоторыми способами обработки информации и цифровыми приборами. Помимо урочной деятельности, для учащихся доступны занятия в рамках сетевого взаимодействия на базе детского технопарка «Кванториум», центров цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста», объединений «IT-куб». Однако в данной ситуации обучением школьников занимаются учителя школ и педагоги дополнительного образования, в разное время и на оборудовании, которое может кардинально не совпадать по характеристикам и принципам работы. Это приводит к тому, что получаемые учащимися знания теряют системность, логику и последовательность, и, как следствие, обучение становится недостаточно эффективным. Исходя из этого, делаем вывод о том, что отдельные модули в рамках предметов, секции и кружки дополнительного образования детей не могут полностью решить вопрос о системном целенаправленном формировании необходимых компонентов грамотности учащихся. Таким образом, в качестве решения данной проблемы мы предлагаем интегрированный подход, который позволит объединить в рамках одного цикла занятий изучение начал алгоритмизации, основ креативного и критического мышления, базовых навыков работы с компьютерами и мобильными цифровыми устройствами, основ информационной грамотности. Все эти компоненты могут быть определены как основы инженерной грамотности (применительно к ступени начального общего образования), формирование которых позволит подготовить школьников к изучению информатики, робототехники, технологии в основной школе.

Инженерная грамотность является интегративным компонентом составляющих функциональной грамотности, поскольку содержит элементы математической грамотности, глобальных компетенций и креативного мышления. Инженерная грамотность как самостоятельное понятие описана в работе С. М. Лесина [7] как направление, получившее свое развитие благодаря трансформации современной экономики, производства и общества, которые привели к обновленным требованиям в сфере грамотности и образованности человека. Цифровизация образования, в свою очередь, способствовала пересмотру требований к выпускникам общеобразовательных организаций, в том числе выпускникам начальной школы. В младших классах результаты обучения включают сформированность у учащихся алгоритмического, логического, креативного и критического мышления, инструментальных навыков, основ компьютерной и инфор-

мационной грамотности. Кроме этого, акцент сделан на умения работать в команде, формулировать проблему, делать выводы и принимать решения. Перечисленные выше компоненты мы определяем как основы инженерной грамотности, которые должны быть сформированы у учащихся в начальной школе в рамках современного социального запроса общества и государства.

В ходе подбора инструментов и методов работы по формированию основ инженерной грамотности в начальной школе мы пришли к необходимости разработки авторского интегрированного курса, построенного на базе информатики и робототехники. Материалы курса разрабатывались с учетом требований к содержанию обучения по данным предметам в 3-х и 4-х классах, а также с учетом требований СанПин [5] к печатным и электронным материалам для данной возрастной категории учащихся. Кроме того, были учтены психофизические особенности развития учащихся начальных классов.

Интеграция содержания предметов и отдельных областей знания неоднократно упоминается в истории педагогической науки. Я. А. Коменский в «Великой дидактике» писал: «...как в природе все сцепляется одно с другим, так и в обучении нужно связывать все одно с другим...» [4]. Дж. Дьюи в своих работах [2] выделяет в качестве интеграционного фактора производительный труд и пишет, что посредством него может проводиться интеграция разнопредметных знаний. Данная концепция была принята и апробирована также некоторыми отечественными педагогами. Лев Толстой в своих работах обращался к проблеме поиска единого «разумного основания учения». Интегрированные курсы, таким образом, стали одним из направлений, решивших задачу объединения разнопредметных знаний и организации единого образовательного пространства.

Среди научных работ, посвященных интегрированным курсам, можно выделить монографию Н. К. Чапаева [12]. В своей работе автор рассматривает вопросы методологии и методики интегративно-педагогических исследований, различные концепции педагогической интеграции и многое другое. Работа А. В. Ивановой [3] посвящена модели обучения информатике с использованием интерактивных учебных средств. М. А. Ушакова [11] описывает и обосновывает структурно-функциональную модель формирования интеллектуально-творческих компетенций младших школьников в интегрированной деятельности. В диссертации М. М. Матвеевой [8] приведено обоснование интеграции естественно-научного знания в начальной школе в качестве механизма системного познания действительности. Анализ авторских работ показал, что проблема интеграции и способов ее реализации, в том числе в начальном образовании, актуальна и востребована современной педагогикой. По этому вопросу Матвеева пишет: «В начальных классах необходимо формировать целостную картину мира, раскрывать общие, глобальные взаимосвязи... знаний в их единстве и взаимопроникновении»; «...реальным путем осуществления интеграции... являются интегрированные уроки» [8, с. 9, 17]. Однако современные технологии развиваются быстро, появляются новые направления, и на момент проведения нашего исследования курса, связывающего робототехнику с информатикой, нами обнаружено не было.

Таким образом, нами разработаны занятия с необходимыми теоретическими и практическими материалами, иллюстрациями, схемами сборки установок и экспериментами. Для учителей и педагогов дополнительного образования сформированы методические материалы на каждое занятие, которые содержат авторские рекомендации, описание этапов занятий, список оборудования и примерные планируемые результаты. Программа обучения рассчитана на два учебных года, по одному занятию в неделю. В нее вошли основные модули информатики и образовательной робототехники: «Компьютеры и роботы», «Информация и информационные процессы», «Объекты и их свойства», «Истинные и ложные высказывания», «Алгоритмы и исполнители», «Правила и стратегии» (табл. 1). Такое содержание обучения позволяет интегрировать знания и инструментальные навыки из различных областей в рамках каждого занятия, не разделяя их на уроки информатики и уроки робототехники. Интегрированный формат обучения позволил использовать цифровые инструменты в рамках урочной деятельности, поскольку учащиеся знакомятся с ними не только во время проведения измерений и экспериментов, но и в качестве примера объектов с различными свойствами, и с точки зрения процессов приема – передачи информации и т. д. Это дает возможность постепенно, логично и последовательно изучать каждое цифровое устройство, рассматривая его с разных позиций и точек зрения. Учащиеся привыкают к работе с робототехническими наборами, цифровыми датчиками и компьютерной техникой, запоминают правила техники безопасности и поведения в компьютерном классе, что экономит время на уроках, давая возможность быстрее и эффективнее включаться в работу.

Таблица 1

Учебный план курса «Информатика – робототехника»

Table 1

Curriculum of the course «Robotics Informatics»

№	Наименование тем (разделов, модулей)	Количество часов			Форма контроля
		всего	комбинированное	практика	
1-й год обучения					
1	Компьютеры и роботы	4	2	2	Практические работы
2	Информация и информационные процессы	6	4	2	Практические работы
3	Объекты и их свойства	6	5	1	Практические работы
4	Итоговое занятие	1	-	1	Контрольная работа
5	Множества объектов	4	2	2	Практические работы
6	Высказывания	3	2	1	Практические работы
7	Алгоритмы и исполнители	9	5	4	Практические работы
8	Итоговое занятие	1	-	1	Контрольная работа
2-й год обучения					
1	Информация и информационные процессы	2	1	1	Практические работы
2	Компьютеры и роботы	5	2	3	Практические работы
3	Объекты и их свойства	6	3	3	Практические работы
4	Множества объектов	3	2	1	Практические работы

5	Итоговое занятие	1	–	1	Контрольная работа
6	Правила и стратегии	5	2	3	Практические работы
7	Алгоритмы и исполнители	11	2	9	Практические работы
8	Итоговое занятие	1	–	1	Контрольная работа
Итого		68	32	36	

В рамках интегрированного курса были выделены методические особенности проведения занятий:

1. Практико-ориентированный характер занятий с использованием современного цифрового оборудования. Выражается в проведении на каждом занятии практической работы для учащихся с использованием элементов робототехнического набора. Роботы служат дополнительным интерактивным средством наглядности и связью теории с реальными жизненными ситуациями.

2. Эмоциональная напряженность занятий. Учащиеся держатся в контролируемом напряжении, их внимание актуализировано на происходящем при помощи вопросов, диалогов, экспериментов, самостоятельных работ, эвристических моментов. Инсайты в ходе занятия легко запоминаются, закрепляются в памяти, без труда воспроизводятся на следующем занятии.

3. Вовлеченность обучающихся в активную познавательную деятельность. Использование интерактивного учебного оборудования требует внимательности от учащихся, что не дает им отвлекаться от занятия. Эмоциональная напряженность учеников поддерживается при помощи рефлексии, наблюдений, опросов, ярких моментов демонстрации возможностей учебного оборудования, интересных фактов. Задания содержат проблемные вопросы, требующие самостоятельного поиска, и более сложные задачи, позволяющие применить знания в нестандартной ситуации. Это способствует активизации мыслительных процессов и повышению интереса к изучаемому материалу.

4. Разнонаправленный и разноцелевой характер заданий. Все задания из сборника учебных материалов имеют характерную целевую направленность: актуализация знаний, изучение нового материала, закрепление или диагностика уровня усвоения. Учитель или педагог дополнительного образования может изменить формулировку, уточнить задание, но содержание должно быть продумано таким образом, чтобы практические работы включали теоретический материал, изученный в ходе занятия. Каждая работа призвана либо закрепить навык, либо связать теорию с практикой, либо научить чему-то новому.

5. Смена видов деятельности учащихся при выполнении практических работ, состоит в том, что ученики могут заниматься конструированием, затем перейти к разработке программы за компьютером, затем работать с заполнением таблицы данными или построением графика. Таким образом, в ходе занятия возникают ситуации, когда ученики работают самостоятельно, и ситуации, когда реализуется модель «горизонтального обучения», то есть учащиеся приобретают новые знания друг от друга.

6. Интегрированный курс представляется как комплекс занятий, которые не должны разбиваться на отдельные уроки информатики, и занятия по конструированию и программированию роботов. Суть интеграции в том, чтобы исполь-

зовать общие элементы теории, демонстрировать примеры на разном оборудовании, находить взаимосвязь и аналогии в разных сферах, не только в рамках учебного оборудования. Например, при объяснении устройства компьютера в качестве наглядного пособия может использоваться и ноутбук, и смартфон, и контроллер робота. Таким образом, учащиеся смогут понять суть тех процессов, которые они изучают.

7. При проведении занятий учебные и методические материалы могут использоваться в двух вариантах: электронном и печатном. Оба разработанных комплекта содержат рабочую программу, пособия для учащихся, методические рекомендации для педагога, диагностические материалы и приложения. Учебные материалы для начальной школы отличаются ярким цветовым оформлением, цветовая гамма подобрана таким образом, чтобы элементы декора не мешали восприятию информации. Пособия содержат большое количество иллюстраций, организованы по принципу тетрадей на печатной основе. Рабочая программа курса представлена в электронной форме для удобства ее использования. Методические материалы для учителя оформлены в виде планов занятий с описанием этапов и необходимого оборудования. Учитывая особенности работы с младшими классами, электронные версии содержат материалы для распечатывания – черно-белые листы для записи ответов на практические задания.

Базовая схема предложенных комбинированных занятий имеет следующую структуру:

- организационный момент – актуализация знаний, повторение пройденного материала, эмоциональная подготовка учащихся к работе на занятии, мотивация;

- проверка домашнего задания – разбор и обсуждение с учащимися обязательных и дополнительных задач, решенных ими дома;

- новый материал – изложение нового материала учащимся с использованием эвристических моментов, проблемных вопросов и т. п.;

- закрепление материала – работа с цифровыми датчиками, деталями конструктора, компьютером с целью анализа изученного материала, иллюстрирования понятий, наглядной демонстрации процессов; проведение мини-экспериментов, обсуждение, игровые ситуации;

- практическая работа – самостоятельная работа учащихся, выполнение заданий учебных материалов;

- рефлексия – оперативная диагностика затруднений учащихся на занятии, выявление «пробелов» в изученном материале, выявление эмоциональных или мотивационных проблем при помощи обратной связи от учащихся. Корректировка изученного материала и эмоционального состояния школьников;

- домашнее задание – сообщение учащимся домашнего задания, краткий разбор необходимых действий, способов решения заданий.

Помимо занятий, материалы курса содержат контрольные работы, занятия-эксперименты, нестандартные занятия игрового характера с использованием робототехнических наборов. В учебных пособиях размещены технологические карты по сборке простых авторских моделей, которые предлагается сконструировать.

ровать в рамках занятия. Этапы сборки моделей просчитаны по времени таким образом, чтобы ученики, знакомясь с конструктором, могли собрать нужную модель в течение 10–15 минут.

Таким образом, теоретическая значимость результатов исследования состоит в том, что в ходе работы:

- уточнено понятие инженерной грамотности как совокупности алгоритмического, логического, креативного и критического мышления, овладения рядом инструментальных навыков, элементами компьютерной и информационной грамотности;

- определено понятие основ инженерной грамотности учащихся, включающее начала алгоритмизации, основы креативного и критического мышления, базовые навыки работы с компьютерами и мобильными цифровыми устройствами, основы информационной грамотности;

- выявлен педагогический потенциал интегрированных курсов в начальной школе;

- разработано содержание пропедевтического обучения информатике и робототехнике для формирования основ инженерной грамотности учащихся начальной школы.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке рабочей программы для третьего и четвертого классов и методических рекомендаций для учителей и педагогов дополнительного образования, реализующих принципы интеграции информатики и робототехники в урочной и внеурочной деятельности, дополнительном образовании детей. В рамках исследования созданы индивидуальные комплекты учебных материалов для учащихся, адаптированные под работу с образовательными конструкторами и отвечающие требованиям по подготовке выпускника начальной школы к дальнейшему изучению информатики и программирования в основной школе.

Для проведения эксперимента были выбраны общеобразовательная школа и центр дополнительного образования детей, что дало возможность проверить эффективность разработанной нами методики в системе основного и дополнительного образования. В апробации участвовали МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 5» г. Ноябрьска и МАОУ «Центр технического творчества» г. Муравленко. Опытно-экспериментальная работа на формирующем этапе длилась два учебных года, в течение этого времени в ней принимали участие учителя информатики, учителя начальной школы, педагоги дополнительного образования детей и более 100 учащихся 3-х и 4-х классов.

На этапе констатирующей части экспериментальной работы нами были определены элементы основ инженерной грамотности, совокупность которых дает право судить об уровне сформированности данного вида грамотности у учащегося: основы алгоритмического, логического, креативного и критического мышления, владение рядом инструментальных навыков, элементами компьютерной и информационной грамотности. В рамках интеграции информатики и образовательной робототехники данные компоненты определяют ряд критериев, необходимых и достаточных для оценки уровня сформированности основ

инженерной грамотности у учащихся начальной школы: мотивационно-творческий, теоретический и практико-инструментальный (табл. 2).

Таблица 2

Критерии сформированности основ инженерной грамотности учащихся начальной школы

Table 2

Criteria for the formation of the basics of engineering literacy of elementary school students

Критерий	Показатель сформированности	Уровни сформированности
Теоретический компонент		
Понятийный	Усвоение системы понятий и отношений в области информатики и образовательной робототехники	<p>Высокий: учащимся полностью усвоена система понятий в области информатики и образовательной робототехники. Он понимает отношения между понятиями, свободно ими оперирует.</p> <p>Средний: учащимся частично усвоена система понятий и отношения между ними в области информатики и образовательной робототехники. Он периодически испытывает затруднения в оперировании понятиями.</p> <p>Низкий: учащимся слабо усвоена система понятий в области информатики и образовательной робототехники. Он не осознает отношений между понятиями, систематически испытывает трудности в оперировании ими</p>
Операционный	Знание базовой системы операций, производимых с компьютерной техникой и интерактивным учебным оборудованием	<p>Высокий: учащийся знает базовую систему операций с образовательными интерактивными наборами и компьютерной техникой на уровне уверенного пользователя.</p> <p>Средний: учащийся частично знает базовую систему операций с образовательными интерактивными наборами и компьютерной техникой на уровне начинающего пользователя, иногда допускает ошибки в работе.</p> <p>Низкий: учащийся слабо знает базовую систему операций с образовательными интерактивными наборами и компьютерной техникой, систематически допускает ошибки, работа требует участия педагога</p>
Практико-инструментальный компонент		
Модельно-конструкторский	Умение моделировать и конструировать системы с обратной связью, в т. ч. с цифровыми датчиками	<p>Высокий: учащийся самостоятельно и по схеме моделирует и конструирует устойчивые системы с обратной связью, в т. ч. с цифровыми датчиками</p> <p>Средний: учащийся с небольшой помощью</p>

		<p>и редкими ошибками моделирует и конструирует устойчивые системы с обратной связью, в т. ч. с цифровыми датчиками, работает больше по схеме, чем самостоятельно.</p> <p>Низкий: учащийся работает по схеме, с помощью педагога моделирует и конструирует системы с обратной связью, в т. ч. с цифровыми датчиками. Испытывает трудности в самостоятельном создании устойчивых и работоспособных систем</p>
Практико-интерпретационный	Умение работать с разными типами данных, получаемых с цифровых устройств и программным путем, структурировать их и интерпретировать	<p>Высокий: учащийся работает с разными типами данных, получаемых с цифровых устройств и программным путем: текст, графика, звук, число, логика. Умеет форматировать данные, работать с таблицами и графиками, выполнять арифметические и логические действия. Может самостоятельно снимать и интерпретировать показания цифровых датчиков.</p> <p>Средний: учащийся неуверенно работает с разными типами данных, получаемых с цифровых устройств и программным путем: текст, графика, звук, число, логика. Систематически требуется помощь педагога при структурировании данных, работе с графиками и таблицами, выполнении арифметических и логических действий. Учащийся может самостоятельно снимать показания цифровых датчиков, но испытывает затруднения при их интерпретации.</p> <p>Низкий: учащемуся сложно работать с разными типами данных: текст, графика, звук, число, логика. Испытывает затруднения в форматировании данных, работе с таблицами и графиками, выполнении арифметических и логических действий. Может снимать и интерпретировать показания цифровых датчиков только при непосредственном участии педагога</p>
Алгоритмический	Умение составлять алгоритмы для разных исполнителей, в т. ч. роботов	<p>Высокий: учащийся может самостоятельно составлять алгоритмы для разных исполнителей, в т. ч. роботов. Записывает алгоритм на языке исполнителя.</p> <p>Средний: учащийся может самостоятельно составлять алгоритмы для разных исполнителей, в т. ч. роботов, допуская незначительные ошибки. Запись алгоритма на языке исполнителя вызывает незначительные за-</p>

		<p>труднения.</p> <p>Низкий: учащийся с помощью педагога составляет алгоритмы для разных исполнителей, в т. ч. роботов, систематически допускает ошибки. Запись алгоритма на языке исполнителя требует участия педагога</p>
Мотивационно-творческий компонент		
Мотивационный	Осознанное участие в учебной деятельности, наличие самообразовательной деятельности, индивидуального проектирования в технической сфере	<p>Высокий: учащийся осознанно изучает материал, выполняет дополнительные задания, самостоятельно подбирает темы индивидуальных проектов.</p> <p>Средний: учащийся выполняет минимально необходимый объем заданий, слабо интересуется дополнительным материалом, неосознанно выбирает темы проектов.</p> <p>Низкий: учащийся не проявляет инициативы в проектной деятельности и самообразовании. Выполняет необходимый объем заданий под контролем педагога</p>
Активно-творческий	Участие в массовых мероприятиях инженерной направленности (олимпиады, конкурсы, соревнования, конференции, фестивали)	<p>Высокий: учащийся самостоятельно предлагает педагогу участие в массовых мероприятиях инженерной направленности (олимпиады, конкурсы, соревнования, конференции, фестивали). Систематически становится победителем или призером.</p> <p>Средний: учащийся по заданию педагога принимает участие в массовых мероприятиях инженерной направленности (олимпиады, конкурсы, соревнования, конференции, фестивали). Иногда становится призером.</p> <p>Низкий: учащийся не принимает или очень редко принимает участие в массовых мероприятиях инженерной направленности</p>

С целью определения принадлежности конкретного учащегося к тому или иному уровню сформированности основ инженерной грамотности была разработана диагностическая система, включающая тесты, анкеты, практические и контрольные работы. Кроме того, учителя и педагоги дополнительного образования, принимавшие участие в эксперименте, проводили наблюдение за группами учащихся и по результатам наблюдений предоставляли отчеты. Отдельно была разработана форма обратной связи для родителей учащихся, чтобы оценить их отношение к эксперименту в целом и субъективное мнение об эффективности предложенной нами методики.

По результатам опросов выявлено положительное отношение учителей и педагогов к интегрированному подходу в обучении, а также к авторской методике. Родители учащихся активно поддержали эксперимент, высказали удовлетворенность результатами обучения своих детей. Опрос учащихся позволил

выявить их положительное отношение к использованию на уроках цифровой техники (робототехнических наборов, цифровых датчиков). Ученики, посещавшие Центр технического творчества, были довольны тем, что на занятиях, помимо конструирования и программирования, они изучали основы информатики (это пригодилось им на уроках в школе). Согласно опросам, учебные материалы вызвали интерес 100 % учащихся, особенно понравилась ребятам работа с электронной версией. Работать одновременно с печатной и электронной версиями материалов выразили желание 72 % учащихся, 84 % проявляли активность и заинтересованность в работе с интерактивным цифровым оборудованием. Таким образом, результаты опросов подтверждают статистические данные успеваемости учеников. Статистика показывает, что по каждому из определенных нами компонентов основ инженерной грамотности (мотивационно-творческий, теоретический и практико-инструментальный) наблюдался планомерный рост показателей успеваемости в течение двух лет обучения. В таблице 3 показана динамика высокого уровня мотивационно-творческого компонента учащихся.

Анализируя данные доэкспериментальной и послеэкспериментальной диагностики, получаем явно обозначенный прирост учащихся с высоким уровнем мотивационно-творческого компонента в экспериментальных группах после проведения эксперимента (К1, К2, Г1, Г2). Небольшое увеличение мотивационного уровня есть и в контрольных группах (К3 и Г3), однако оно гораздо меньше по сравнению с данными экспериментальных групп (рис. 1). По нашему мнению, такой результат обеспечило использование на занятиях интерактивного цифрового оборудования и большое количество практических работ.

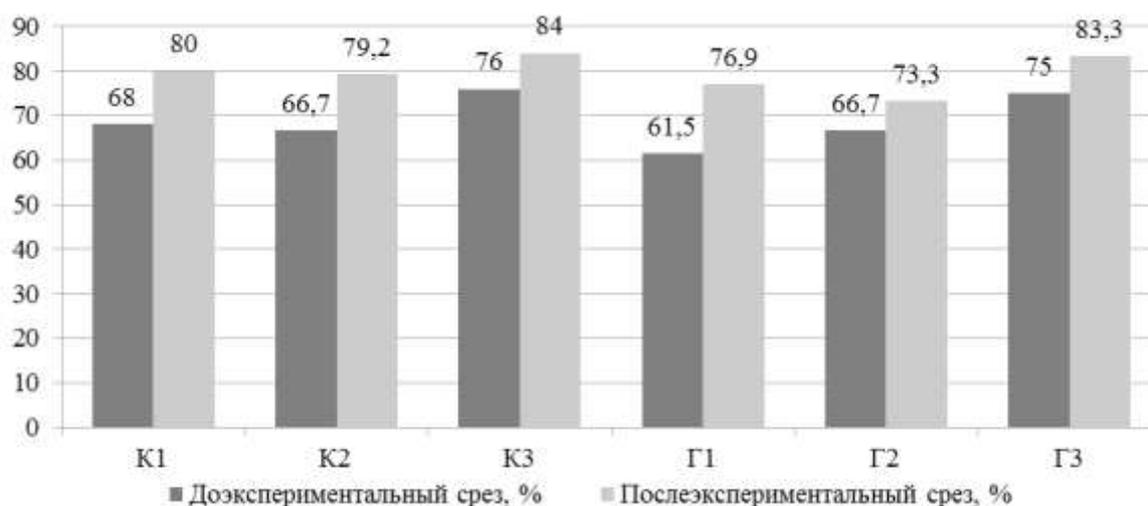


Рис. 1. Соотношение учащихся с высоким уровнем мотивационно-творческого компонента

Fig. 1. Student ratio with a high level of motivational and creative component

Анализ теоретического и практико-инструментального компонентов сформированности основ инженерной грамотности учащихся разных групп показывает, что до начала проведения эксперимента уровень владения этими

компонентами приблизительно совпадает. Он определяется как стабильно низкий у большинства учащихся всех групп. Данные, полученные после проведения эксперимента, показывают прирост высокого уровня сформированности обоих компонентов у экспериментальных групп (К1, К2, Г1, Г2); у контрольных групп (К3 и Г3) показатели также изменяются в лучшую сторону, но не столь значительно (рис. 2, 3).

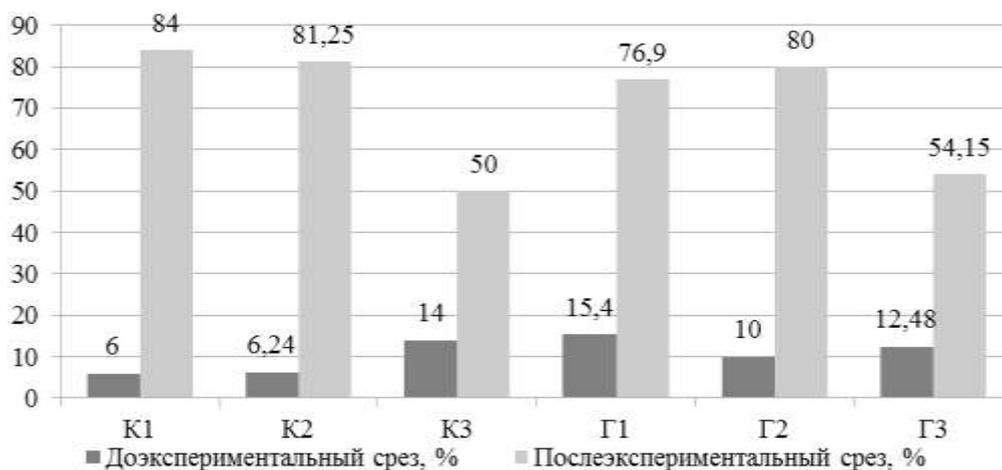


Рис. 2. Соотношение учащихся с высоким уровнем теоретического компонента

Fig. 2. Student ratio with a high level of theoretical component

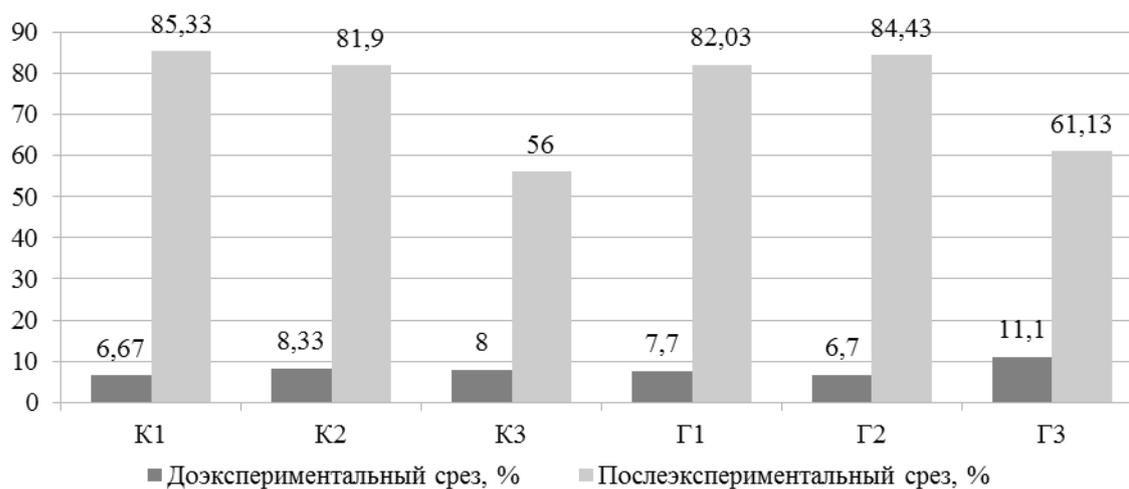


Рис. 3. Соотношение учащихся с высоким уровнем практико-инструментального компонента

Fig. 3. Student ratio with a high level of the practical-instrumental component

По данным, проиллюстрированным диаграммами на рисунках 1, 2 и 3, можно сделать вывод, что различия между экспериментальными группами до и после проведения эксперимента значительны. Таким образом, в ходе исследо-

вания доказано, что материалы авторского интегрированного курса действительно способствуют формированию основ инженерной грамотности в большей степени, чем уроки информатики и занятия образовательной робототехникой в традиционной форме. Отметим, что в рамках эксперимента накоплен теоретический и практический материал, позволяющий представить концепцию разработки интегрированных курсов по различным предметным областям; определено понятие основ инженерной грамотности учащихся начальной школы; выявлен дидактический потенциал интегрированных курсов в начальном общем образовании; разработано интегрированное содержание обучения информатике и робототехнике для формирования основ инженерной грамотности учащихся начальной школы. В перспективе возможна разработка интегрированных курсов для основной и средней школы, а также для детей дошкольного возраста. Кроме того, представляется интересным более детально рассмотреть перспективы внедрения подобных курсов с учетом инклюзивного образования, а также работы с одаренными детьми в условиях построения индивидуальных образовательных маршрутов.

Список литературы

1. Аверкин Ю. А. Информатика. 2–4 классы : методическое пособие / Ю. А. Аверкин, Д. И. Павлов. Москва, 2016. 40 с.
2. Дьюи Дж. Школа и общество / Дж. Дьюи. Москва, 1924. 168 с.
3. Иванова А. В. Формирование познавательного интереса младших школьников при обучении информатике с использованием электронных образовательных ресурсов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Иванова Ангелина Валерьевна. Москва, 2013. 216 с.
4. Коменский Я. А., Локк Д., Руссо Ж.-Ж., Песталоцци И. Г. Педагогическое наследие / сост. В. М. Кларин, А. Н. Джуринский. Москва, 1989. 416 с.
5. Компетенции «4К»: формирование и оценка на уроке: Практические рекомендации / авт.-сост. М. А. Пинская, А. М. Михайлова. Москва, 2019. 76 с.
6. Курис Г. Э. Информатика. УМК для начальной школы. 3–4 классы : методическое пособие для учителя / авт.-сост.: Г. Э. Курис, М. С. Цветкова. Москва, 2013. 116 с.
7. Лесин С. М. Появление и развитие понятия «инженерная грамотность» в системе общего образования / С. М. Лесин, Л. Е. Осипенко, Д. А. Махотин // Вестник РМАТ. 2018. № 4. С. 92–98.
8. Матвеева М. М. Дидактические условия формирования естественно-научных представлений об окружающем мире в начальной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ульяновск, 2011. 362 с.
9. Матвеева Н. В. Информатика. 2–4 классы : методическое пособие / Н. В. Матвеева, М. С. Цветкова. Москва, 2016. 128 с.
10. Педагогика начального образования / под ред. С. А. Котовой : учебник для вузов. Санкт-Петербург, 2019. 336 с. (Серия «Учебник для вузов»).
11. Ушакова М. А. Формирование интеллектуально-творческих компетенций младших школьников: на примере интеграции учебной и внеучебной деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ушакова Марина Анатольевна. Ижевск, 2011. 233 с.
12. Чапаев Н. К. Педагогическая интеграция: методология, теория, технология : монография / Н. К. Чапаев. 3-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург, 2019. 372 с.
13. Атлас новых профессий [Электронный ресурс] / под ред. Д. Варламовой, Д. Судачкова. Москва, 2021. 472 с. Электрон. дан. URL: https://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas.pdf (дата обращения: 19.05.2022).
14. Закон 273-ФЗ Об образовании в РФ [Электронный ресурс] // Законы. Assessor.ru : сайт. 1988–2022. Электрон. дан. URL: <https://www.assessor.ru/zakon/273-fz-zakon-ob>

obrazovani-2013/ (дата обращения: 20.05.2022).

15. Паспорт национального проекта «Образование» [Электронный ресурс] // Правительство России : официальный сайт. Электрон. дан. URL: <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjfOFCsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf> (дата обращения: 20.05.2022).

16. Примерная основная образовательная программа дошкольного образования: одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию [Электронный ресурс] // Реестр примерных основных общеобразовательных программ. Электрон. дан. URL: <https://fgosreestr.ru/поор/3> (дата обращения: 12.05.2022).

17. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи : Санитарные правила СП 2.4.3648-20 [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: https://www.rosпотреbnadzor.ru/files/news/SP2.4.3648-20_deti.pdf (дата обращения: 20.05.2022).

18. Справочник от Автор24 [Электронный ресурс] / Модели интеграции содержания в учебных дисциплинах. Электрон. дан. URL: https://spravochnick.ru/pedagogika/modeli_integracii_soderzhaniya_v_uchebnyh_disciplinah/#model-integrirovanie-obedinenie-uchebnyh-disciplin, <http://www.profile-edu.ru/yekskurs-v-istoriyu-integracii.html> (дата обращения: 29.03.2022).

19. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 [Электронный ресурс] // Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации Электрон. дан. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 20.05.2022).

20. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования [Электронный ресурс] // Министерство просвещения Российской Федерации Электрон. дан. URL: https://imcro.uralschool.ru/upload/scimcro_new/files/6b/1d/6b1d9e34f352655e6b121e376d66e71e.pdf (дата обращения: 29.03.2022).

References

1. Averkin U. A., Pavlov D. I. Informatics. Grades 2–4: methodological guide. Moscow, 2016. 40 p. (In Russ.)
2. Dewey J. School and society. Moscow, 1924. 168 p. (In Russ.)
3. Ivanova A. V. Formirovanie poznavatel'nogo interesa mladshih shkol'nikov pri obuchenii informatike s ispol'zovaniem elektronnyh obrazovatel'nyh resursov : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Moscow, 2013. 216 p. (In Russ.)
4. Komensky Ya. A., Locke D., Rousseau J.-J., Pestalozzi I. G. Pedagogical heritage / comp. V. M. Klarin, A. N. Dzhurinsky. Moscow, 1989. 416 p. (In Russ.)
5. Pinskaya M. A., Mikhailova A. M. Competences «4K»: Formation and assessment in the classroom: Practical Recommendations / Authors-compilers:. Moscow, 2019. 76 p. (In Russ.)
6. Kuris G. E., Tsvetkova M. S. Informatics. Teaching materials for elementary school. Grades 3–4: a teaching aid for a teacher. Moscow, 2013. 116 p. (In Russ.)
7. Lesin S. M., Osipenko L. E., Makhotin D. A. The emergence and development of the concept of «engineering literacy» in the system of general education In: *Vestnik PMAT*. 2018. № 4 (In Russ.)
8. Matveeva M. M. Didakticheskie usloviya formirovaniya estestvennonauchnykh predstavlenij ob okruzhayushchem mire v nachal'noj shkole : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Ulyanovsk, 2011. 362 p. (In Russ.)
9. Matveeva N. V., Tsvetkova M. S. Informatics. Grades 2–4: methodological guide. Moscow, 2016. 128 p. (In Russ.)
10. Pedagogy of primary education / ed. S. A. Kotova. Textbook for high schools. St. Petersburg, 2019. 336 p. (In Russ.)

11. Ushakova M. A. Formirovanie intellektual'no-tvorcheskih kompetencij mladshih shkol'nikov: na primere integracii uchebnoj i vneuchebnoj deyatel'nosti: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Izhevsk, 2011. 233 p. (In Russ.)
12. Chapaev N. K. Pedagogical integration: methodology, theory, technology : monograph / N. K. Chapaev. Yekaterinburg, 2019. 372 p. (In Russ.)
13. Atlas of New Professions [Electronic resource] / ed. by D. Varlamova, D. Sudakov. Moscow, 2021. 472 p. Electron. dan. URL: https://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas.pdf (date of access: 19.05.2022). (In Russ.)
14. Law 273-FZ «On Education in the Russian Federation» [Electronic resource]. Electron. dan. URL: <https://www.assessor.ru/zakon/273-fz-zakon-ob-obrazovanii-2013/> (date of access: 20.05.2022). (In Russ.)
15. Passport of the national project «Education»[Electronic resource]. Electron. dan. URL: <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjfOFCsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf> (date of access: 20.05.2022). (In Russ.)
16. Model Basic Educational Program of Preschool Education: Approved by decision of the Federal Educational-Methodical Association for General Education // Register of Model Basic General Education Programs. Electron. dan. URL: / <https://fgosreestr.ru/poop/3> (date of access: 12.05.2022). (In Russ.)
17. Rosobornadzor [Electronic resource] / Sanitary and epidemiological requirements for organizations of education and training, recreation and health improvement of children and youth. Electron. dan. URL: https://www.rosпотреbnadzor.ru/files/news/SP2.4.3648-20_deti.pdf (date of access: 20.05.2022). (In Russ.)
18. Handbook from Author24 [Electronic resource] / Models of content integration in academic disciplines. Electron. dan. URL: https://spravochnick.ru/pedagogika/modeli_integracii_soderzhaniya_v_uchebnyh_disciplinah/#model-integrirovanie-obedinenie-uchebnyh-disciplin, <http://www.profile-edu.ru/yekskurs-v-istoriyu-integracii.html> (date of access: 29.03.2022). (In Russ.)
19. Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation [Electronic resource] / Presidential Decree № 642 of 01.12.2016. Electron. dan. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (date of access: 20.05.2022). (In Russ.)
20. Federal State Educational Standard of Primary General Education[Electronic resource]. Electron. dan. URL: https://imcro.uralschool.ru/upload/scimcro_new/files/6b/1d/6b1d9e34f352655e6b121e376d66e71e.pdf (date of access: 03.29.2022). (In Russ.)