

DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-2-48-54

А. В. Порваткин*Республиканский Центр дополнительного образования детей, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия;**Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

Аннотация

В статье подчеркивается важность изучения такого раздела школьного курса информатики, как алгебра логики. Обосновываются пути мотивации школьников при изучении элементов алгебры логики в курсе информатики с применением аппаратной платформы Arduino. Выделяются достоинства обучения с использованием Arduino. Приводятся примеры заданий, в которых теоретическая составляющая указанного раздела курса информатики подкрепляется выполнением практических работ с экспериментальной поддержкой. Причем обучающиеся могут работать или только с аппаратной платформой, подготовленной учителем, или с применением компьютера, учебника, рабочих тетрадей. Даются рекомендации по применению платформы Arduino для формирования соответствующих знаний и умений при решении задач на алгебру логики. Приводимые задания могут представлять интерес для учителей информатики, желающих разнообразить процесс обучения информатике.

Ключевые слова: обучение информатике, аппаратная платформа Arduino, алгебра логики, логические элементы, мотивация.

1. Введение

Современный школьный курс информатики насыщен разнообразными задачами, посредством которых у обучающихся формируются умения, связанные с построением и анализом логических выражений [2, 4, 19] (в том числе для подготовки к сдаче ЕГЭ по информатике [12]) и с применением приложений компьютера для автоматизации процесса решения [7, 18]. Работая с логическими структурами, обучающийся не только приобретает способность успешно выполнять соответствующие задания, получая при должном подходе положительные оценки, но также учится логически мыслить. Последнее составляет основу специфического этапа решения лю-

бой задачи, а именно ее перевода на тот язык, который позволяет наиболее эффективно оценить взаимосвязи между объектами, описанными в ней, и величинами, их характеризующими. Успешное изучение элементов алгебры логики имеет далеко идущие последствия для ученика, включая успешность решения ряда задач государственной итоговой аттестации по информатике. Но, анализируя исследования, затрагивающие вопросы отношения обучающихся к задачной части курса, становится очевидным тот факт, что степень освоения предметных умений, связанных с работой над рассматриваемыми заданиями, во многом зависит от того, насколько обучающийся был заинтересован *в начале* изучения соответствующих тем.

Контактная информация

Порваткин Андрей Викторович,

педагог дополнительного образования детей, Республиканский Центр дополнительного образования детей, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; *адрес:* 430032, Россия, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. 1-я Набережная, д. 27; магистрант 2-го года обучения, Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; *адрес:* 430007, Россия, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а; *e-mail:* kadoshkin-641129@yandex.ru

A. V. Porvatkin

Republican Center for Additional Education for Children, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia;

Mordovian State Pedagogical University named after M. E. Evsevjev, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia

USING THE POSSIBILITIES OF THE ARDUINO PLATFORM WHEN STUDYING THE ELEMENTS OF THE ALGEBRA OF LOGIC

Abstract

The article substantiates the importance of studying such a section of the school informatics course as the algebra of logic. The ways of motivating schoolchildren in the study of elements of the algebra of logic in the informatics course using the Arduino hardware platform are substantiated. The advantages of learning using Arduino are highlighted. Examples of assignments are given in which the theoretical component of the specified section of the informatics course is supported by the implementation of practical work with experimental support. Moreover, students can work either only with the hardware platform prepared by the teacher, or with the use of a computer, textbook, workbooks. Recommendations are given on the use of the Arduino platform for the formation of relevant knowledge and skills in solving problems in the algebra of logic. These tasks may be of interest to informatics teachers who want to diversify the process of teaching informatics.

Keywords: teaching informatics, Arduino hardware platform, algebra of logic, logic elements, motivation.

Проблема мотивации в обучении информатике постоянно обсуждается педагогами-практиками и исследователями: авторы обосновывают важность мотивации [6, 10, 11], предлагая задействовать активные методы и формы обучения [1, 5, 13, 14, 17], включать ее при организации самостоятельной работы обучающихся [3, 9] и др.

Мы предлагаем подход, при котором мотивация повышается путем решения задач с использованием платформы Arduino, когда школьники приходят к решению *через экспериментальную работу*. Взгляд на проблему, представленный в настоящей статье, не будет ограничиваться изучением одной конкретной темы, что позволит учителю самому организовать работу по приведению характера деятельности на уроке к тому варианту, который позволит заинтересовать учеников с формированием «запаса интереса» на будущее.

2. Достоинства предлагаемого подхода

На основании проведенного нами анализа задачного материала стало понятно, что деятельность обучающихся при изучении тем, связанных с алгеброй логики в части практической работы предусматривает традиционные операции: анализ логических выражений (письменно, с применением законов алгебры логики); дозаполнение, создание таблиц истинности (письменно). Мы же предлагаем несколько изменить соответствующие содержание, *привнеся в обучение работу с цифровыми устройствами на базе микроконтроллеров*. Идея эта не нова (см., например, [8, 15, 16]), но в отличие от уже имеющихся работ мы предлагаем интегрировать экспериментальную работу с учебной деятельностью при изучении некоторых тем школьного курса информатики, а также представим примеры заданий, с помощью которых можно организовать практическую работу школьников. В качестве аппаратного сопровождения в нашем исследовании будет выступать многократно программируемый микроконтроллер ATMEGA 328, интегрированный в программатор платформы Arduino Uno.

Сами задания будут представлены ниже. Отметим, что они предполагают самостоятельную работу учащихся с элементами платформы по описанию, предоставляемому учителем, информационный поиск в учебнике и в сети Интернет, работу в тетрадях. Формы работы — индивидуальная (если позволяет уровень подготовленности обучающихся) и групповая (два человека).

Опишем достоинства предлагаемого подхода к организации практической части курса.

Во-первых, сама работа на уроке с аппаратной частью будет представлять интерес для обучающихся. В немалой степени, конечно, это зависит от учителя, а именно от того, насколько ответственно он будет относиться к подготовке заданий, и от соответствия этих заданий зоне ближайшего развития учеников.

Во-вторых, разнообразие видов деятельности на уроке само по себе способствует тому, что учащиеся будут меньше чувствовать усталость от процесса решения задач. Монотонная деятельность по шаблону (а немалая часть заданий школьного курса при решении предпола-

гает именно многократное воспроизведение структуры действий, показанной учителем, образцов из учебника или иного источника информации с вариациями в дальнейшем) может способствовать тому, что обучающиеся к исходу занятия начнут считать время до звонка. Естественно, ни о какой результативности работы в это время не может быть и речи. Мы считаем, что разнообразный характер деятельности будет способствовать минимизации описанного эффекта, экономии сил и времени и учителя, и учащихся.

Третье достоинство — повышение осознанности деятельности школьников на уроке. Качественное освоение темы возможно лишь тогда, когда помимо вдумчивого изучения теоретического материала проведена поэтапная работа с задачной частью, с анализом всех действий, выполняемых при решении, с осознанием их смысла и потенциала — возможностей повторения соответствующего приема при дальнейшей работе с другим заданием. Конечно, встречаются ситуации, когда в классе имеется группа наиболее подготовленных обучающихся и во время их работы у доски или на месте с комментариями наименее подготовленные ученики попросту занимаются списыванием. Этого явления можно избежать через организацию групповой деятельности (при этом группы должны формироваться так, чтобы в их составе были как менее успевающие ученики, так и более успевающие) и использование заданий, которые будут приведены ниже. Повышению осознанности отношения к процессам на уроке способствует и сам характер работы с платформой: один неверный шаг — и ответ не может быть получен, поэтому вдумчивое отношение к происходящему — необходимость.

При реализации работы с платформой следует учесть распределение времени, ответив на вопрос: «Каким образом организовать процесс обучения, чтобы занятие получилось полноценным с позиций достижения запланированных результатов?» Предоставить однозначный ответ, который подходил бы всем, нельзя. При подготовке занятия учителю следует учитывать уровень подготовленности обучающихся, их отношение к нестандартным задачам (на логику как таковую, на смекалку), скорость работы на занятии в целом. Оценка совокупности указанных характеристик класса является важным этапом при принятии решения относительно того, сколько и каких заданий из предлагаемых нами можно включить в содержание урока. Следует опасаться незаметной подмены обучения технологическим выполнением задания. Для этого на этапе подготовки к уроку нужно оценить состав операций, выполняемых учащимися, сделать анализ с позиций вклада в формирование планируемых результатов (главным образом, предметных и метапредметных) и с помощью этого определить наиболее подходящий вариант модификации привычной работы учащихся на уроке.

На текущий момент имеется немало трудностей, препятствующих внедрению элементов предлагаемой технологической деятельности в процесс изучения информатики в рамках школьного курса. Тем не менее достоинства подхода очевидны и позволяют сформировать у обучающихся надежную мотивацию к изучению информатики в целом и элементов алгебры логики в частности.

3. Примеры заданий

Приведем задания, которые позволяют реализовать по большей части самостоятельную деятельность обучающихся по изучению ряда логических элементов. К каждому заданию даны пояснения. В некоторых случаях представлены элементы теоретического базиса решения, которые должны быть освоены учащимися к началу работы.

Задание 1.

На представленном устройстве (фото 1) кнопки регулируют уровень на входе логического элемента или группы элементов и имеют два устойчивых состояния: положение «кнопка нажата» соответствует высокому логическому уровню на входе (логическая 1), положение «кнопка не нажата» — низкому уровню (логический 0). Светодиод показывает уровень на выходе элемента (группы элементов).

Необходимо построить таблицу истинности представленного устройства и нарисовать его схему.

Поскольку применяемая платформа позволяет реализовать любую зависимость между элементами программно, т. е. без дополнительных физических компонентов аппаратной части, то обучающимся одного вида собранного макета будет недостаточно для определения, какой логический элемент или их группа предложены им для анализа. Выполняя поочередное нажатие кнопок, ученики должны будут отслеживать состояние на выходе, записывая соответствующие значения нуля или единицы в таблицу истинности. После составления этой таблицы перед школьниками открываются, по меньшей мере, два варианта действий.

Первый вариант — выполнить информационный поиск, например в сети Интернет, сравнить таблицы истинности и получить ответ. Но это возможно лишь тогда, когда с помощью платформы реализована зависимость только между двумя-тремя элементами логики. В противном случае установить скрытую логическую комбинацию будет весьма непросто.

Перед предъявлением подобных заданий обучающимся будет полезно предложить рассмотреть прием, заключающийся в получении второй таблицы истинности путем получения инверсии значений на выходе. Соответственно, если на выходе скрытой комбинации имеется инвертор, то отыскать оставшийся элемент будет проще. Поэтому в процессе информационного поиска им придется сравнивать с найденными материалами две таблицы.

Второй вариант может оказаться проще для тех учащихся, которые знакомы с алгоритмом построения совершенной конъюнктивной или дизъюнктивной нормальной формы. Тогда после построения соответствующей формулы и ряда преобразований в любом случае будет получена исходная функция. Но сам процесс преобразований достаточно продолжителен по времени, да и обучающиеся должны иметь соответствующую подготовку. Учащимся в данном случае не требуются знания, связанные с программированием аппаратной части. Однако они должны иметь представление о работе базовых логических элементов. А если они знакомы с такими операциями, как штрих Шеффера, стрелка Пирса, то выполнение задания вообще не будет представлять трудности. Хотя это скорее идеальный вариант, на практике он встречается нечасто.

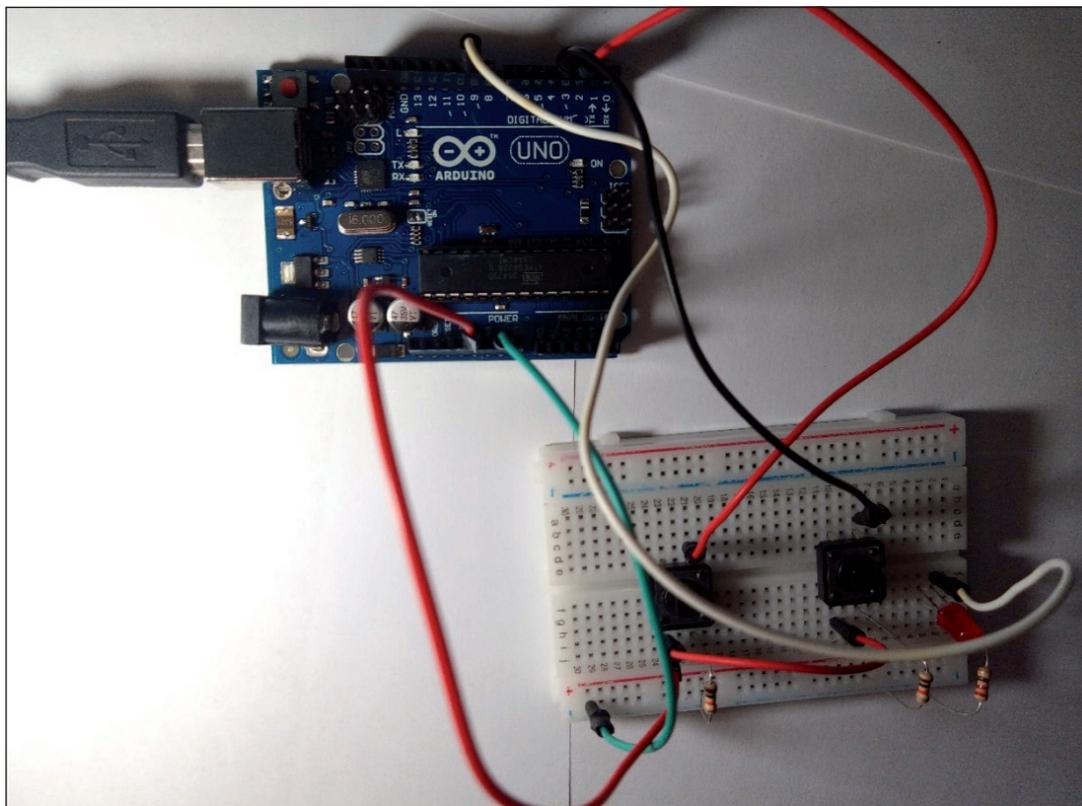


Фото 1. Макет к заданиям 1, 2

```

int btn1=2;
int btn2=3;
int indik=9;

void setup() {
  pinMode(indik, OUTPUT);
  pinMode(btn1, INPUT);
  pinMode(btn2, INPUT);
}

void loop(){
  if ((digitalRead(btn1) == HIGH) && (digitalRead(btn2) == HIGH)) {
    digitalWrite(indik, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(indik, HIGH);
  }
}

```

Листинг 1. Скетч к заданию 1

Задание 2.

На представленном устройстве (фото 1) кнопки регулируют уровень на входе логического элемента или группы элементов и имеют два устойчивых состояния: положение «кнопка нажата» соответствует высокому логическому уровню на входе (логическая 1), положение

«кнопка не нажата» — низкому уровню (логический 0). Светодиод показывает уровень на выходе элемента (группы элементов).

Необходимо построить таблицу истинности представленного устройства и ответить на вопросы:

а) Имеет ли устройство устойчивые состояния?

```

int btn1=2;
int btn2=3;
int indik=9;
boolean indikIsEn=true;

void setup() {
  pinMode(indik, OUTPUT);
  pinMode(btn1, INPUT);
  pinMode(btn2, INPUT);
}

void loop(){
  if ((digitalRead(btn1)==HIGH) && (digitalRead(btn2)==LOW)) {
    if (!indikIsEn){
      indikIsEn=true;
      digitalWrite(indik, indikIsEn);
    }
  }
  if ((digitalRead(btn1)==LOW) && (digitalRead(btn2)==HIGH)) {
    if (indikIsEn){
      indikIsEn=false;
      digitalWrite(indik, indikIsEn);
    }
  }
}

```

Листинг 2. Скетч к заданию 2

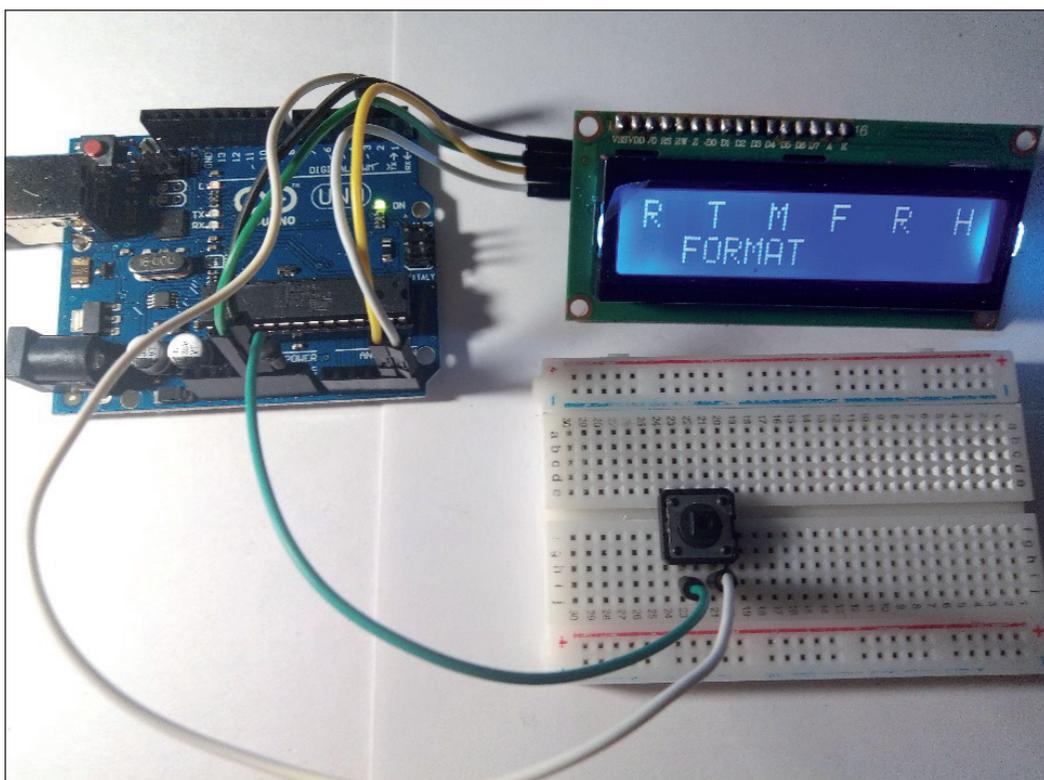


Фото 2. Макет к заданию 3

- б) Каков алгоритм приведения устройства в устойчивое состояние, при котором будет гореть индикатор на выходе?
- в) Каков алгоритм перевода устройства в исходное состояние?
- г) Имеет ли значение для установления выходного уровня последовательность управления кнопками?
- д) Как называется устройство, предложенное для анализа?

Логическое устройство, предложенное для анализа в данном случае, — RS-триггер. Поскольку в его таблице истинности есть два особых состояния, соответствующих недопустимому положению на входе и хранению информации, то ученикам можно предложить частично заполненную таблицу. Но тогда необходимо не допустить обращения к информационному поиску раньше времени ответа на вопросы а) — г).

Для анализа можно предложить учащимся и другие логические элементы. Базовые из них — НЕ, И, ИЛИ — мы показывать не стали, поскольку их реализация очевидна и нет необходимости в организации сложной работы для их изучения. А вот более крупные, полученные их комбинацией, как раз подходят для этой цели: Т-триггер, D-триггер, исключающее ИЛИ и другие подобные.

Далее покажем, как возможности, связанные с прикладным программированием рассматриваемой платформы, можно применить при изучении тем курса информатики, не связанных с основами логики. В качестве примера приведем следующее задание.

Задание 3.

На представленном устройстве (фото 2) кнопка переключает знаки, отображаемые на LCD-дисплее. С ее помощью исследуйте алфавит, запрограммированный в контроллере для отображения на экране. Установите его мощность; выясните, какой информационный объем заключает в себе сообщение, посимвольно занимающее все знакоместо на дисплее.

С помощью нажатия кнопки обучающиеся фактически проводят повторные вызовы нескольких шагов цикла, указанных в скетче 3, и добиваются того, что на экран выводятся все символы запрограммированного алфавита. Собственно, по этим данным без труда можно получить ответы на требования задачи.

4. Заключение

Нет ничего принципиально сложного в том, чтобы разнообразить деятельность обучающихся в рамках урока информатики, в том числе тем способом, который мы представили в настоящей статье. В систему видов взаимодействий обучающихся на уроках «ученик — источник информации (учебник, иной источник)», «ученик — рабочая тетрадь», «ученик — компьютер» включается новый элемент «ученик — аппаратная платформа». Можно ли в полном смысле слова к последнему отнести компьютер? Скорее нет, чем да. Компьютер уже давно стал привычным, обыденным средством обучения, объектом изучения на уроках информатики. Нами же предложен нестандартный вид практической работы. Конечно, возможности применения прикладного технического средства намного шире тех, что продемонстрированы в настоящей статье.

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C LCD(0x27,16,2);
char alf[16]={'I','N','F','O','R',
'M','A','T','H','1','5','7','4',
'Q','G','O'};//Алфавит
int i=0,j,k=0;
void setup() {
  LCD.init(); // инициализация LCD
  LCD.backlight(); // включение подсветки
  pinMode(2,INPUT_PULLUP);//Определяем вход 2
  //для считывания состояния кнопки
}
void loop() {
  if (k==0){
    for (i=0;i<16;i=i+3){
      if (digitalRead(2)==LOW && i==j){LCD.setCursor(j, 0);
      LCD.print(alf[random(0,9)]);j=j+3;delay(200); k++;}
      else if (j>17){j=0; delay(1000); LCD.clear();}
    }
  }

  if (j==33){j=0;LCD.clear();}
  for (i=0;i<16;i++){
    if (digitalRead(2)==LOW && i==j){LCD.setCursor(j, 0);
    LCD.print(alf[15-j]);j=j+1;delay(200);}
    if (digitalRead(2)==LOW && j>15 && j!=33 && i==j%16){LCD.setCursor(j%16, 1);
    LCD.print(alf[j%16]);j=j+1;delay(200);}
  }
  if (j==33){j=0;delay(1000);LCD.clear();}
}

```

Листинг 3. Скетч к заданию 3

Однако охватить даже малую часть из них в большем объеме в рамках одной статьи не представляется возможным.

Список источников

1. Бондаренко Т. В., Дурноглазов Е. Е. Проектная форма обучения информатике как средство развития положительной мотивации учебной деятельности // Педагогический поиск. 2014. № 10-12. С. 47–50. EDN: UYLBVI.
2. Дергачева Л. М., Рыбаков Д. С. Преобразование логических выражений // Информатика и образование. 2011. № 4. С. 35–45. EDN: NLZUIX.
3. Добровольская Н. Ю. Мотивация школьников к учебной деятельности как опора организации самостоятельной работы по информатике // Информатика в школе. 2022. № 5. С. 65–69. EDN: WMMTT. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-5-65-69
4. Журавель Н. В. Упрощение логических выражений без использования законов логики // Научный альманах. 2017. № 4-3 (30). С. 202–204. DOI: 10.17117/na.2017.04.03.202
5. Зубрилин А. А., Порваткин А. В. Содержательные особенности мотивационной составляющей в занятиях по программированию // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. М., 2022. С. 22–27. EDN: DPNZFO.
6. Карташова Л. И. Модель развития познавательной мотивации старшеклассников при обучении информатике //

Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2011. № 21. С. 54–61. EDN: OZCIMN.

7. Красноок И. А., Оленев А. А. Использование пакета Maple для решения логических выражений на уроках информатики // Молодежный научный форум: гуманитарные науки. 2017. № 1 (40). С. 95–99. EDN: XRZRXI.
8. Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В. Применение платформы Arduino в школьном курсе информатики // Проблемы учебного процесса в инновационных школах. Сборник научных трудов. Вып. 24. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2019. С. 67–75. EDN: ICEQNK.
9. Лесных Е. А. Мотивация к самостоятельной работе и самообразованию как основной двигатель обучения информатике // Философские, социологические и психолого-педагогические проблемы современного образования. 2022. № 4. С. 232–235. EDN: DFMGUZ. DOI: 10.37386/2687-0576-2022-4-232-235
10. Литвинов В. А. О повышении мотивации к обучению информатике // Вестник Уфимского юридического института МВД России. 2020. № 2 (88). С. 179–184. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-povyshenii-motivatsii-k-obucheniyu-informatike>
11. Полипович С. А., Шрайнер Б. А., Чикова О. А. Формирование мотивации при обучении школьников основам искусственного интеллекта // Педагогическая информатика. 2021. № 3. С. 25–33. EDN: HPRYQX.
12. Поляков К. Ю. Задачи на анализ логических выражений в ЕГЭ по информатике // Информатика в школе. 2019. № 9. С. 29–35. EDN: MPECBS. DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-9-29-35

13. *Сиденко А. Г.* Использование стратегий геймификации для мотивации школьников обучению информатике // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 1 (51). С. 92–94. EDN: DPNLCU. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.13
14. *Симдянкина Е. К.* Дидактическая игра как средство развития у школьников мотивации к обучению информатике // Постулат. 2019. № 12 (50). С. 31. EDN: LGRKHQ.
15. *Ситников П. Л.* Урок на тему «Что такое микроконтроллер?» // Информатика в школе. 2017. № 2. С. 23–27. EDN: YRRPIX.
16. *Унайбаев Б. Ж., Пак В. Г., Зозуля Е. С.* Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino в учебном процессе // Механика и технологии. 2019. № 4 (66). С. 193–198. EDN: PUWNDW.
17. *Шмондина И. В.* Технология проблемного обучения как средство формирования учебно-познавательной мотивации на уроках информатики // Технологии образования. 2019. № 3 (5). С. 139–142. <https://www.t-obr.ru/component/djclassifieds/?view=item&cid=4:publ-ssh-bf&id=374:технология-проблемного-обучения-как-средство-формирования-учебно-познавательной-мотивации-на-уроках&Itemid=464#djclassifieds>
18. *Шувалова И. С.* Эффективное использование функций Excel в логических выражениях // Автоматизация и управление в технических системах. 2015. № 1 (13). С. 161–171. EDN: TMZKFD. DOI: 10.12731/2306-1561-2015-1-18
19. *Щукина А. Н.* Решение логических выражений с помощью таблиц истинности // Вестник современных исследований. 2017. № 6-1 (9). С. 162–165. EDN: YTOVDD.