

**Попов Владислав Сергеевич,**

*Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет»\*, эксперт Института развития профильного обучения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», старший преподаватель кафедры информационных систем и телекоммуникаций, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет», аспирант Института педагогического образования и социальных технологий, popov\_vlad@mail.ru*

**Popov Vladislav Sergeevich,**

*State Autonomous Educational Institution of Higher Education of the city of Moscow «Moscow City University»\*, the Expert at the Institute for the development of profile education, The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University», the Senior lecturer at the chair of information systems and telecommunications, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tver State University», the Postgraduate student at the Institute of teacher education and social technologies, popov\_vlad@mail.ru*

**Алефиренко Евгения Александровна\*,**

*старший методист Института развития профильного обучения, alefirenkoea@mgpu.ru*

**Alefirenko Evgeniya Aleksandrovna\*,**

*the Senior methodologist at the Institute for the development of profile education, alefirenkoea@mgpu.ru*

**Черницына Лариса Юрьевна\*,**

*методист Института развития профильного обучения, chernicynalyu@mgpu.ru*

**Chernitsyna Larisa Yur'evna\*,**

*the Methodologist at the Institute for the development of profile education, chernicynalyu@mgpu.ru*

**СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ ОТВЕТА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАНИЯ № 2 ЕГЭ  
ПО ИНФОРМАТИКЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА ПЕРЕМЕННЫХ  
В ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННОЙ ТАБЛИЦЕ ИСТИННОСТИ  
ЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ**

**WAYS OF CHECKING THE ANSWER WHEN SOLVING TASK NO. 2  
OF THE UNIFIED STATE EXAM IN COMPUTER SCIENCE  
TO DETERMINE THE ORDER OF VARIABLES IN A PARTIALLY  
COMPLETED TRUTH TABLE OF A LOGICAL FUNCTION**

**Аннотация.** Целью исследования является определение основных способов проверки ответа для заданий № 2 единого государственного экзамена по информатике на определение порядка переменных для частично заполненной таблицы истинности и заданного логического выражения. Материалами и методами исследования являются современные программные средства выполнения и проверки рассматриваемого задания. В результате исследования показаны способы проверки полученных обучающимися ответов, приведены примеры. Выявлены и представлены два удобных, быстрых и эффективных метода проверки полученного порядка логических переменных для рассмотренного задания. Приведенные подходы и способы проверки ответа при их широком использовании выпускниками, выбравшими единый государственный экзамен по информатике, способны привести к улучшению образовательных результатов. Дополнительно в предлагаемой работе указано место учебных тем «Математическая логика», «Алгебра логики» в современных рабочих программах учебных предметов «Информатика» и «Математика», приведен обзор литературы по решению задания № 2 ЕГЭ по информатике, содержащей различные способы решений. Статья будет полезна учителям и обучающимся, выбравшим единый государственный экзамен по информатике.

**Ключевые слова:** логика; алгебра логики; таблица истинности; логическая функция; самопроверка; самоконтроль; образовательный результат; Единый Государственный Экзамен.

**Annotation.** The purpose of the study is to determine the main ways to check the answer for tasks No. 2 of the unified state exam in computer science to determine the order of variables for a partially filled truth table and a given logical expression. The materials and methods of research are modern software tools for performing and verifying the task in question. As a result of the research, the methods of checking the answers received by students are shown, examples are given. Two convenient, fast and effective methods of checking the obtained order of logical variables for the considered task are identified and presented. The above approaches and methods of checking the answer, when widely used by graduates who have chosen the unified state exam in computer science, can lead to improved educational results. Additionally, the proposed work indicates the place of educational topics «Mathematical Logic», «Algebra of Logic» in modern work programs of the educational subjects «Informatics» and «Mathematics», and provides a review

of the literature on solving task No. 2 of the Unified State Exam in Informatics, containing various methods of solutions. The article will be useful for teachers and students who have chosen the unified state exam in computer science.

**Keywords:** logic; algebra of logic; truth table; logical function; self-test; self-control; educational result; Unified State Examination.

В современной общеобразовательной школе алгебра логики изучается в рамках учебного предмета «Информатика» как на уровне основного общего [14; 15], так и на уровне среднего общего образования [18; 19]. С 1 сентября 2023 года в общеобразовательных школах России на уровне основного общего образования тема «Алгебра логики» изучается не только на уроках информатики, но и в рамках учебного предмета «Математика» [16; 17], в частности в рамках обязательного учебного курса «Вероятность и статистика» например (см. учебное и методические пособия [2; 3]).

Главным способом проверки достигнутых образовательных результатов в области изучения алгебры логики является единый государственный экзамен (ЕГЭ) по информатике, содержащий задание № 2 на логику высказываний, в соответствии со спецификацией контрольных измерительных материалов проверяющее умение строить таблицы истинности и логические схемы, и задание № 15 на логику первого порядка, в соответствии со спецификацией проверяющее знание основных понятий и законов математической логики [12]. Основной государственный экзамен (ОГЭ) по информатике также содержит задание № 3 на определение истинности составного высказывания и № 8 на осуществление логических операций над множествами [4; 13].

В среднем с заданием № 2 ЕГЭ по информатике за последние пять лет (2019-2023) справились 75% выпускников [10], причем для данного задания заметна тенденция к улучшению результатов выпускников в связи с введением КЕГЭ (компьютерная форма ЕГЭ) и, как следствие, возможностью выполнения экзаменационного задания на компьютере, в то время как еще в 2008 году Т.В. Немчинова и А.А. Тонхонова выделяли проблемы на региональном уровне при выполнении более простых заданий на таблицы истинности логических выражений [8]. Предлагаемые в статье способы проверки ответа помогут будущим выпускникам и их учителям значительно улучшить образовательный результат.

Анализ доступной педагогической литературы, учебных изданий [1], интернет-источников, в частности, широко используемого выпускниками видеоконтента для подготовки к ЕГЭ по информатике, а также некоторых онлайн-курсов [5], позволил выявить отсутствие практик обучения проверки корректности решения данного задания. Т.Н. Копышева, Т.В. Митрофанова, Т.Н. Смирнова рассматривают способы решения задания № 2 ЕГЭ по информатике как без использования специализированного ПО, так и в электронных таблицах [6]. В.К. Маркелов, О.А. Завьялова

подробно рассматривают решение заданий ЕГЭ № 2, 5, 15, 16 на языке программирования Python в [7]. Д.С. Осипов рассматривает решения заданий № 2, 6, 12, 14, 23 средствами языка программирования Python [9]. Малое количество научно-педагогических источников об объекте исследования дополняется отсутствием рассмотрения подходов, способов и методов проверки полученного ответа на задание № 2 ЕГЭ по информатике в печати.

*Целью исследования* является выявление и последующее ознакомление обучающихся и педагогов со способами проверки ответа на задание № 2 компьютерного ЕГЭ (КЕГЭ) по информатике для улучшения образовательных результатов выпускников по изученным темам «Элементы математической логики», «Элементы алгебры логики», «Основы алгебры логики» учебного предмета «Информатика». С точки зрения традиционной математической классификации рассматриваемое задание относится к разделу логики под названием «Логика высказываний» («Логика нулевого порядка»).

*Материал исследования:* задание № 2 ЕГЭ по информатике и современные программные способы его решения.

До внедрения компьютерной формы ЕГЭ по информатике в 2021 году рассматриваемое задание выполнялось аналитически, вручную. Экзаменуемые в соответствии с заданием строили таблицу истинности, которую затем соотносили с таблицей истинности из задания, получая порядок переменных.

Начиная с 2021 года для выполнения любых заданий ЕГЭ по информатике можно использовать компьютерные программы, включая среды программирования. В наши дни большинство выпускников использует компьютерный способ решения рассматриваемой задачи. Приведем задание № 2 демонстрационного варианта контрольных измерительных материалов ЕГЭ по информатике 2024 года и соответствующее решение.

«Миша заполнял таблицу истинности логической функции  $F = (x \wedge \neg y) \vee (y \equiv z) \vee \neg w$ , но успел заполнить лишь фрагмент из трех различных ее строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных  $w, x, y, z$  (табл. 1).

Таблица 1

Заданная частично заполненная таблица истинности

				F
		0	0	0
1	0		0	0
1	0	1		0

Определите, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных  $w, x, y, z$ . В ответе напишите буквы  $w, x, y, z$  в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы (сначала буква, соответствующая первому столбцу; затем буква, соответствующая второму столбцу, и т.д.). Буквы в ответе

пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.»

Для решения задания воспользуемся программным кодом (Листинг 1):

*Листинг 1*

```
print("w x y z F")
for w in 0, 1:
    for x in 0, 1:
        for y in 0, 1:
            for z in 0, 1:
                F = (x and not y) or (y == z) or not w
                if F == 0: # см. последний столбец Табл. 1
                    print(w, x, y, z, F)
```

Вывод программы:

```
w x y z F
1 0 0 1 False
1 0 1 0 False
1 1 1 0 False
```

Сравнивая полученную таблицу истинности с заданной, отметим, что первый столбец заданной таблицы является единственным столбцом, способным содержать только единицы. Значит, первый столбец таблицы истинности в задании – столбец w. Столбец y – единственный, содержащий две единицы и один ноль, следовательно, столбец y – третий в заданной таблице истинности. Столбцы x и z содержат по два нуля и одной единице, поэтому следует определить данные столбцы в отношении к другим, уже известным столбцам: вывод программного кода иллюстрирует, что в той единственной строке, где переменная y принимает значение 0, переменная x также принимает значение 0, а переменная z принимает значение 1. Ответом на задание является последовательность букв: wzyx (табл. 2).

*Таблица 2*

*Заданная заполненная таблица истинности*

w	z	y	x	F
1	1	0	0	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0

Примеры других подобных заданий можно найти в открытом банке заданий ЕГЭ, демонстрационных вариантах КИМ ЕГЭ по информатике прошлых лет, а также в [1; 6; 7; 9; 11]. Подробное описание способов записи логических операций и функций в языке программирования Python содержится в [7; 11].

*Методы исследования:* поиск, сбор и анализ различных программных

способов проверки полученного ответа, педагогического опыта, педагогической и научно-педагогической литературы по теме исследования.

*Результатом исследования* являются предложенные методы проверки ответа при решении задания № 2 ЕГЭ по информатике.

Для выполнения проверки полученного ответа выпускники могут воспользоваться двумя нижеприведенными программными методами.

*Метод № 1.* Построчная подстановка значений переменных в логическую функцию с последующим сравнением полученного значения функции (Листинг 2):

*Листинг 2*

w, z, y, x = 1, 1, 0, 0 # строка 1 заданной таблицы истинности

F = (x and not y) or (y == z) or not w

print(F) # False

w, z, y, x = 1, 0, 1, 0 # строка 2 заданной таблицы истинности

F = (x and not y) or (y == z) or not w

print(F) # False

w, z, y, x = 1, 0, 1, 1 # строка 3 заданной таблицы истинности

F = (x and not y) or (y == z) or not w

print(F) # False

В операциях множественного присваивания переменные указаны в полученном в ответе порядке, в переменные присваиваются значения из строк заданной таблицы истинности, после чего вычисляется и выводится значение логической функции. При совпадении вычисленных значений функции со значениями из последнего столбца заданной таблицы истинности полученный ответ подтверждается.

*Метод № 2.* Следующий метод проверки заключается в изменении порядка переменных в выводе программы в соответствии с полученным ответом (Листинг 3) и последующем сравнении полученных строк со строками в заданной таблице (табл. 2):

*Листинг 3*

print("w z y x F") # порядок имен переменных изменен

for w in 0, 1:

    for x in 0, 1:

        for y in 0, 1:

            for z in 0, 1:

                F = (x and not y) or (y == z) or not w

                if F == 0:

                    print(w, z, y, x, F) # порядок переменных изменен

Вывод программы:

w z y x F

1 1 0 0 False

1 0 1 0 False

1 0 1 1 False

Полученные строки следует сравнить с заполненными строками заданной таблицы истинности. В случае совпадения строк вероятность правильного решения повышается. Номера (порядок) строк могут отличаться.

*Отсутствие абсолютной гарантии при проверке.* Приведенные методы проверки не могут полностью гарантировать правильность полученного ответа: например, экзаменуемый может ошибиться при записи заданной логической функции, опечататься и т.п.

*Применение методов проверки для других заданий* не требует от экзаменуемого прочих специфических знаний. Рассмотрим задание № 2 демонстрационного варианта контрольных измерительных материалов ЕГЭ по информатике 2023 года и проверку полученного ответа:

«Миша заполнял таблицу истинности логической функции  $F = \neg(y \rightarrow x) \vee (z \rightarrow w) \vee \neg z$ , но успел заполнить лишь фрагмент из трех различных ее строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных  $w, x, y, z$  (табл. 3).

Таблица 3

Заданная частично заполненная таблица истинности

				F
	0			0
0	1			0
1			0	0

Определите, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных  $w, x, y, z$ . В ответе напишите буквы  $w, x, y, z$  в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы (сначала буква, соответствующая первому столбцу; затем буква, соответствующая второму столбцу, и т.д.). Буквы в ответе пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.»

Ответом на данное задание является последовательность букв  $uxzww$ . Заполненная таблица истинности представлена в Таблице 4.

Таблица 4

Заданная заполненная таблица истинности

y	x	z	w	F
0	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0

В Листингах 4 и 5 представлен программный код для проверки ответа двумя вышеприведенными методами.

*Листинг 4*

```
y, x, z, w = 0, 0, 1, 0
F = not(y <= x) or (z <= w) or not z
print(F) # False
y, x, z, w = 0, 1, 1, 0
F = not(y <= x) or (z <= w) or not z
print(F) # False
y, x, z, w = 1, 1, 1, 0
F = not(y <= x) or (z <= w) or not z
print(F) # False
```

#### Листинг 5

```
print('y x z w F') # порядок имен переменных изменен
for w in 0, 1:
    for x in 0, 1:
        for y in 0, 1:
            for z in 0, 1:
                F = not(y <= x) or (z <= w) or not z
                if F == 0:
                    print(y, x, z, w, F) # порядок переменных изменен
```

В статье показаны методы проверки полученного ответа при решении задания № 2 ЕГЭ по информатике. Приведенные методы проверки, являясь быстрыми, эффективными, простыми и удобными для запоминания, при знакомстве учителей и учеников с программным кодом, навыке и опыте, готовности его применения и формировании позитивного отношения к проверке собственного решения, способны улучшить средний процент выполнения данного задания. Рассмотренные методы проверки рекомендуются к изучению во всех классах технологического профиля, включая классы проектов предпрофессионального образования «Инженерный класс в московской школе», «ИТ-класс в московской школе».

#### Литература

1. Акимова И.В., Родионов М.А., Даньшина А.В. Направления использования продуктов фирмы 1С при подготовке к решению заданий в ЕГЭ по информатике // Сборник научных трудов XXII международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» [Москва, 01-02 февраля 2022 г.] / Под общей редакцией Д.В. Чистова. Том Часть 2. М.: ООО «1С-Пабблишинг», 2022. С. 210-214.

2. Высоцкий И. Р., Яценко И. В. Математика. Вероятность и статистика: 7-9-е классы: базовый уровень: учебник: в 2 ч. Ч. 2 / Под ред. И. В. Яценко. М.: Просвещение, 2023. 111 с.

3. Высоцкий И.Р., Яценко И.В. Математика. Вероятность и статистика: 7-9-е классы: базовый уровень: методическое пособие к предметной линии учебников по вероятности и статистике / Под ред. И.В. Яценко. 2-е изд., стер. М.: Просвещение, 2023. 38 с.

4. Демонстрационный вариант контрольных измерительных материалов основного государственного экзамена 2024 года по информатике. М.: Федеральный институт педагогических измерений, Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2023. 33 с.

5. Комиссарова С.А., Толмачева К.С. Онлайн-подготовка к ЕГЭ по информатике по теме «Составление таблицы истинности логической функции» // Сборник статей международной научной конференции «Анализ проблем и поиск перспективных научных решений» [Санкт-Петербург, 14 декабря 2023 г.]. СПб.: ООО «Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова», 2023. С. 23-25.

6. Копышева Т.Н., Митрофанова Т.В., Смирнова Т.Н. Задачи математической логики и теории графов в ЕГЭ по информатике и ИКТ // Сборник статей X Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием в рамках Петербургского международного образовательного форума «Инженерное образование и его пропедевтика в эпоху цифровизации общества – Формирование престижа профессии инженера у современных школьников» [Санкт-Петербург, 24 марта 2021 г.] / Под редакцией А.Г. Козловой, В.Г. Денисовой, Л.В. Крайновой, В.Л. Расковалова. СПб.: Частное учреждение дополнительного профессионального образования «Академия Востоковедения», 2022. С. 169-172.

7. Маркелов В.К., Завьялова О.А. Язык программирования Python как альтернативный инструмент для решения заданий ЕГЭ по информатике // Информатика в школе. 2023. № 2 (181). С. 63-72.

8. Немчинова Т.В., Тонхоноева А.А. Некоторые проблемы при сдаче ЕГЭ по информатике // Вестник Бурятского государственного университета. 2008. № 15. С. 90-92.

9. Осипов Д.С. Решение задач единого государственного экзамена средствами языка программирования Python // Сборник статей и тезисов «#ScienceJuice2021» [Москва, 22-26 ноября 2021 г.] / Составители: Е.В. Страмнова, С.А. Лепешкин. Том II. М.: Издательство ПАРАДИГМА, 2021. С. 157-162.

10. Попов В.С., Абросимова-Романова Л.А. Анализ рисков выпускников и выделение необходимых компетенций в связи с изменением среднего процента выполнения заданий ЕГЭ по информатике за 2019-2023 годы и введением компьютерного формата экзамена // Сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» [Москва, 30-31 января 2024 г.]. М.: ООО «1С-Паблишинг», 2024. С. 326-330.

11. Попов В.С., Леляев П.А. Программный и аналитический способы построения и заполнения таблиц истинности логических функций // Материалы XXIII Международной научно-практической конференции им. Э.К. Алгазинова «Информатика: проблемы, методы, технологии» [Воронеж, 15-17 февраля 2023 г.]. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2023. С. 1218-1226.

12. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2024 году единого государственного экзамена по информатике. М.: Федеральный институт педагогических измерений, Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2023. 12 с.

13. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2024 году основного государственного экзамена по информатике. М.: Федеральный институт педагогических измерений, Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2023. 12 с.

14. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (базовый уровень) (для 7-9 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 45 с.

15. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (углубленный уровень) (для 7-9 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 51 с.

16. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Математика (базовый уровень) (для 5-9 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 106 с.

17. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Математика (углубленный уровень) (для 5-9 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 101 с.

18. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (базовый уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 38 с.

19. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Информатика (углубленный уровень) (для 10-11 классов образовательных организаций). М.: Институт стратегии развития образования, 2023. 52 с.