

<https://doi.org/10.25559/SITITO.020.202402.379-387>  
УДК 004.9

Оригинальная статья

## Использование технологии Low-Code для разработки заданий в диалоговой тестирующей системе

А. В. Краев<sup>1\*</sup>, С. В. Филиппова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11

\* [akraev@cs.msu.su](mailto:akraev@cs.msu.su)

### Аннотация

В настоящее время для разработки тех или иных решений активно переходят на технологии low-code, т.е. используют блоки с уже готовым кодом и получают конечный продукт с необходимым функционалом. Это ускоряет работу с типовыми задачами, избавляет от повторяющихся действий, помогает минимизировать процесс ручного кодирования и позволяет пользователям с разной степенью технической подготовки создавать требуемые решения. В статье авторами описывается применение данной технологии при формировании заданий в диалоговой системе «Электронный балл», которая была разработана авторами на основе использования технологии client-side scripting и в течение ряда лет использовалась для тестирования студентов на факультете ВМК МГУ, а также для проведения индивидуальных занятий. Ранние версии системы требовали от составителей заданий продвинутого знания в области программирования. Благодаря внесенной модификации использование системы станет возможным для преподавателей, не имеющих обширных знаний в области кодирования и позволит расширить круг предполагаемых пользователей системы.

**Ключевые слова:** e-learning, дистанционное обучение, технология low-code, обучающие системы

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Краев А. В., Филиппова С. В. Использование технологии Low-Code для разработки заданий в диалоговой тестирующей системе // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2024. Т. 20, № 2. С. 379-387. <https://doi.org/10.25559/SITITO.020.202402.379-387>

© Краев А. В., Филиппова С. В., 2024



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



## Using Low-Code Technology to Develop Tasks in an Interactive Testing System

A. V. Kraev<sup>a</sup>, S. V. Filippova<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation  
Address: 1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation

<sup>b</sup> BIOTECHE University, Moscow, Russian Federation  
Address: 11 Volokolamskoe highway, Moscow 125080, Russian Federation  
\* akraev@cs.msu.su

### Abstract

Currently, for the development of certain solutions, they are actively switching to Low-code technologies, i.e. they use blocks with ready-made code and get the final product with the necessary functionality. This speeds up work with typical tasks, eliminates repetitive actions, helps minimize the manual coding process and allows users with varying degrees of technical training to create the required solutions. In the article, the authors describe the use of this technology in the formation of tasks in the "Electronic Score" dialog system, which was developed by the authors based on the use of client-side scripting technology and for a number of years has been used to test students at the Faculty of the Moscow State University, as well as for individual classes. Early versions of the system required advanced programming knowledge from task compilers. Thanks to the modification, the use of the system will be possible for teachers who do not have extensive knowledge in the field of coding and will expand the range of prospective users of the system.

**Keywords:** e-learning, remote education, low-code technologies, educational systems

**Conflict of interests:** The authors declares no conflict of interest.

**For citation:** Kraev A.V., Filippova S.V. Using Low-Code Technology to Develop Tasks in an Interactive Testing System. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2024;20(2):379-387. <https://doi.org/10.25559/SITITO.020.202402.379-387>



## Введение

В современном мире в связи с цифровой трансформацией в различных областях резко возрос спрос на технологии low-code, которые демократизируют разработку программного обеспечения и позволяют быстро и эффективно создавать те или иные решения в бизнесе, промышленности, сфере услуг и пр.<sup>1</sup> [1-14]. Low-code технологии работают по принципу “drag – and – drop” (бери – и – брось), предварительно созданные шаблоны и повторно используемые компоненты для упрощения процесса разработки, т.е. пользователи оперируют блоками с уже готовым кодом и получают конечный продукт с необходимым функционалом в более короткие сроки, чем при написании кода «с нуля» [15-21]. Элементы ручного кода присутствуют, но в минимальных объемах. Использование данной технологии также позволяет создавать удобные интерфейсы для ранее написанных систем, в том числе, обучающих [22, 23], продлевая их срок службы и делая их привлекательными для использования более широкому кругу пользователей [24]. Авторами предложено применение элементов данной технологии при формировании заданий в диалоговой системе «Электронный балл», которая была разработана на основе использования технологии client-side scripting и в течение ряда лет использовалась для тестирования студентов на факультете ВМК МГУ, а также для проведения индивидуальных занятий. Ранние версии системы требовали от составителей заданий продвинутых знаний в области программирования, что исключало использование данной системы преподавателями, не имеющими знаний в области программирования.

Система дистанционного тестирования «Электронный балл», благодаря некоторым особенностям своей архитектуры, обладает рядом привлекательных качеств. Самым важным достоинством данной системы, по мнению преподавателей, является мультивариантное масштабирование задания, дающее возможность одно и то же задание показывать разным студентам во время теста с разными числовыми параметрами, что затрудняет списывание. Данная возможность системы была ранее подробно описана авторами<sup>2</sup>. Но в то же время, система была сложна для массового использования преподавателями, т.к. для реализации этой возможности преподаватель должен был сформировать часть задания с применением программирования на языке JavaScript, которым владеют далеко не все преподаватели. Чтобы преодолеть этот неприятный момент, в систему были внесены изменения, позволяющие формировать задание без применения программирования. Был написан и включён в систему специальный генератор кода задания, который на основе технологии low code генерирует код задания, включая JavaScript, по синтетическому описанию задания с использованием тексто-графических элементов специальной

формы. Пример подготовки задания с использованием данного генератора обсуждается в данной статье.

## Описание генератора кода задания

В общем виде, генератор содержит следующие функциональные элементы (рис. 1):

- 1) таблица со свойствами параметров задания;
- 2) текстовое поле макета задания;
- 3) вспомогательное текстовое поле HTML результата WYSIWYG редактора формы задания;
- 4) текстовое поле опционального вспомогательного кода JavaScript функций;
- 5) текстовое поле сгенерированного результата;
- 6) функциональные кнопки, управляющие генерацией.

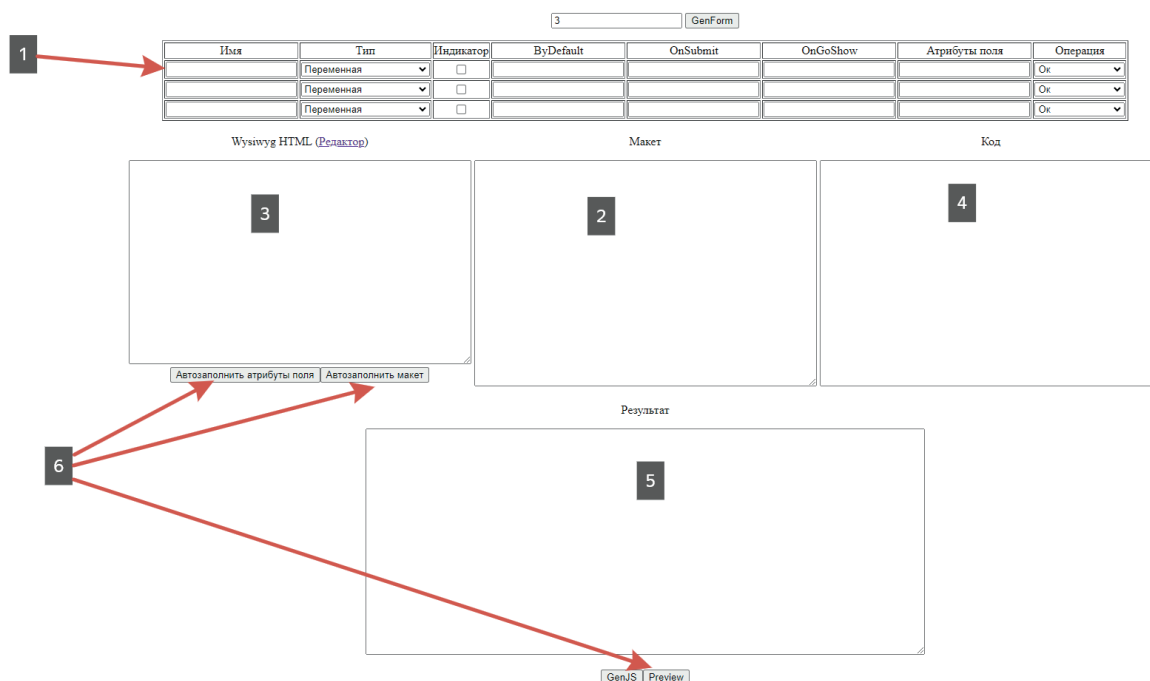
## Формирование задания с помощью генератора кода

Рассмотрим принцип формирования кода текстового задания с использованием генератора на примере квадратного уравнения. В первую очередь необходимо спроектировать логику формирования задания. Для этого надо использовать построение логических связей между параметрами задания при помощи таблицы со свойствами параметров задания. Изначально таблица пустая и имеет вид, представленный на рисунке 1 (метка 1). По мере выстраивания логических связей происходит заполнение таблицы. Для проектирования логики задания для решения квадратного уравнения потребуется 8 параметров. Сначала вводятся два параметра типа «Переменная» ( $x_1$  и  $x_2$ ), для которых при помощи встроенной функции RND генерируются псевдослучайные целые стартовые значения из заданного диапазона (строки  $x_1$ ,  $x_2$ , столбец By Default). Это те корни уравнения, которые предстоит найти обучающемуся и случайный метод генерации которых обеспечивает индивидуальность варианта. По ним формируем само уравнение. Коэффициент  $a$  (при старшей степени) также формируется случайно с исключением 0 (строка  $a$ ), а коэффициенты  $b$  и  $c$  формируются по формулам Виета:  $b = -a \cdot (x_1 + x_2)$ ,  $c = a \cdot x_1 \cdot x_2$ . Параметрам  $a$ ,  $b$  и  $c$  для полноты разбора присвоим типы «Текстовое поле disabled» (неизменяемое), хотя они также могли бы иметь тип «Переменная». Следующие два параметра будут ассоциированы с текстовыми полями, в которые студенты будут вводить корни (ответ). Назовем их  $y_1$ ,  $y_2$ . У них не будет стартового значения, они будут иметь тип «Текстовое поле enabled» (изменяемое), и в столбце OnGo Show введем значения  $x_1$  и  $x_2$  соответственно — это то, что будет отображаться в полях при показе правильного ответа. И наконец, необходимо для возможности верификации ответа добавить хотя бы один инди-

<sup>1</sup> Bratincevic J., Koplowitz R. The Forrester Wave™: Low-Code Development Platforms For Professional Developers, Q2 2021. Forrester Research, Inc., 2021 [Электронный ресурс]. URL: [https://whitepaperseries.com/wp-content/uploads/2021/07/95830\\_TheForresterWave\\_LowCodeDevelopmentPlatformsForProfessionalDeveloperQ22021.pdf](https://whitepaperseries.com/wp-content/uploads/2021/07/95830_TheForresterWave_LowCodeDevelopmentPlatformsForProfessionalDeveloperQ22021.pdf) (дата обращения: 21.02.2024).

<sup>2</sup> Краев А. В. Некоторые подходы к организации коммуникации с пользователем в системах диалогового режима на примере учебно-аттестационного комплекса «Электронный Балл» // Ломоносовские чтения: научная конференция: тезисы докладов. М.: ООО «МАКС Пресс», 2019. С. 70-71. EDN: BEOFWF; Краев А. В. О подходах к организации коммуникации с пользователем в системах диалогового режима // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 2, № 2. С. 102-105. EDN: XXNKVT; Краев А. В., Филиппова С. В. Применение методов искусственного интеллекта к решению некоторых проблем систем дистанционного тестирования // Актуальные проблемы преподавания дисциплин в техническом вузе: Материалы Межд. НПК / Отв. ред. Э. О. Герасимова, Р. Р. Сафин. М.: Изд-во «Перо», 2023. С. 45-52. EDN: YKUONA; Краев А. В. Использование учебно-аттестационного комплекса на основе интернет-технологий в образовательном процессе. Учебно-методическое пособие. М.: ООО «МАКС Пресс», 2011. 45 с.





Р и с. 1. Генератор кода задания в общем виде

F i g. 1. The task code generator in general form

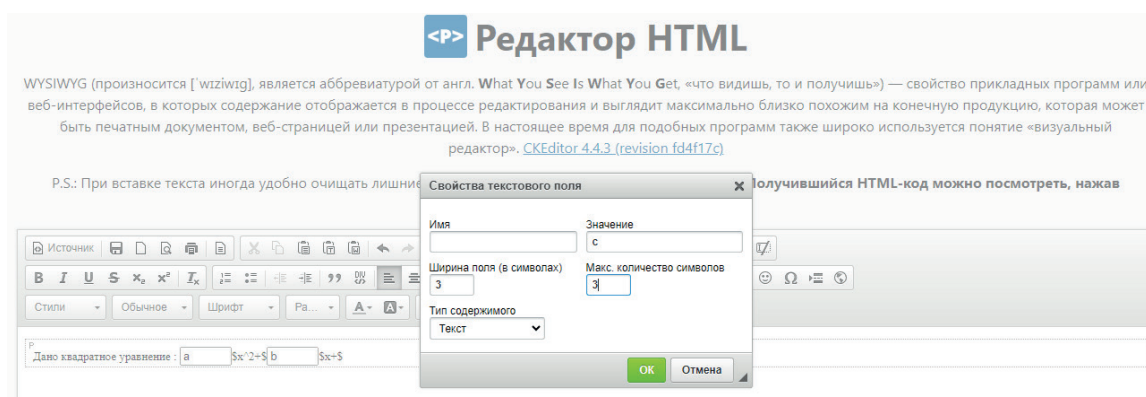
Источник: здесь и далее в статье все рисунки составлены авторами.

Source: Hereinafter in this article all figures were drawn up by the authors.

| 8      GenForm |                         |                                     |             |                         |          |               |          |
|----------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------|----------|---------------|----------|
| Имя            | Тип                     | Индикатор                           | ByDefault   | OnSubmit                | OnGoShow | Атрибуты поля | Операция |
| x1             | Переменная              | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4,5) |                         |          |               | Ок       |
| x2             | Переменная              | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4,5) |                         |          |               | Ок       |
| a              | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4,5) |                         |          |               | Ок       |
| b              | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | -a*(x1+x2)  |                         |          |               | Ок       |
| c              | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | a*x1*x2     |                         |          |               | Ок       |
| y1             | Текстовое поле enabled  | <input type="checkbox"/>            |             |                         | x1       |               | Ок       |
| y2             | Текстовое поле enabled  | <input type="checkbox"/>            |             |                         | x2       |               | Ок       |
| z              | Скрытое поле            | <input checked="" type="checkbox"/> |             | x1=y1 && x2=y2    x1=y2 |          |               | Ок       |

Р и с. 2. Таблица для построения логических связей между параметрами задания

F i g. 2. Table for constructing logical connections between task parameters



Р и с. 3. Фрагмент WYSIWYG HTML редактора

F i g. 3. WYSIWYG HTML editor fragment



Дано квадратное уравнение

$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$

Найдите его корни

$x_1 = y_1$  и  $x_2 = y_2$

Р и с. 4. Макет задания  
F i g. 4. Task layout

```
<p style="text-align: center;">Дано квадратное уравнение<br />
<br />
<input maxlength="3" size="3" type="text" value="a" />$x^2+<input maxlength="3" size="3" type="text" value="b" />$x+<input maxlength="3" size="3" type="text" value="c" />=0
<br />
Найдите его корни<br />
<br />
$x_1=<input maxlength="3" size="3" type="text" value="y1" />&nbsp;и $x_2=<input maxlength="3" size="3" type="text" value="y2" /></p>
```

Р и с. 5. HTML код макета задания во вспомогательном текстовом поле редактора кода задания  
F i g. 5. HTML code of the task layout in the auxiliary text field of the task code editor

| Имя | Тип                     | Индикатор                           | ByDefault   | OnSubmit                  | OnGoShow | Атрибуты поля          | Операция |
|-----|-------------------------|-------------------------------------|-------------|---------------------------|----------|------------------------|----------|
| x1  | Переменная              | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4.5) |                           |          |                        | Ок       |
| x2  | Переменная              | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4.5) |                           |          |                        | Ок       |
| a   | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | RND(-5.4.5) |                           |          | maxlength="3" size="3" | Ок       |
| b   | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | -a*(x1+x2)  |                           |          | maxlength="3" size="3" | Ок       |
| c   | Текстовое поле disabled | <input type="checkbox"/>            | a*x1*x2     |                           |          | maxlength="3" size="3" | Ок       |
| y1  | Текстовое поле enabled  | <input type="checkbox"/>            |             |                           | x1       | maxlength="3" size="3" | Ок       |
| y2  | Текстовое поле enabled  | <input type="checkbox"/>            |             |                           | x2       | maxlength="3" size="3" | Ок       |
| z   | Скрытое поле            | <input checked="" type="checkbox"/> |             | x1==y1 & x2==y2    x1==y2 |          |                        | Ок       |

Wysiwyg HTML (Редактор)

```
<p style="text-align:center">Дано квадратное уравнение&nbsp;<br>
<br>
<input maxlength="3" size="3" type="text" value="a"
/>$x^2+<input maxlength="3" size="3" type="text" value="b"
/>$x+<input maxlength="3" size="3" type="text" value="c"
/>=0<br>
<br>
Найдите его корни<br>
<br>
$x_1=<input maxlength="3" size="3" type="text" value="y1"
/>&nbsp;и $x_2=<input maxlength="3" size="3" type="text"
value="y2" /></p>
```

Макет

```
<div style="text-align:center">Дано квадратное
уравнение&nbsp;<br>
/>+tag_a+'$x^2'+tag_b+'$x'+tag_c+'=0<br>/><br>Найдите
его корни<br>
/>+tag_x1+'$x_1='&tag_y1+'&nbsp;и
$х_2='&tag_y2+'</div>+tag_z
```

Код

Р и с. 6. Пример автозаполнения атрибутов полей таблицы со свойствами параметров задания и автозаполнения макета задания  
F i g. 6. An example of autofilling the attributes of table fields with the properties of task parameters and autofilling the task layout



каторный параметр. В нашем случае это будет скрытое поле  $z$ , которое не имеет стартового значения. Однако, как и для любого индикаторного поля, необходимо в столбец OnSubmit ввести индикаторное выражение. Это такое выражение, которое вычисляется в момент отправки ответа и принимает одно и то же значение на всех правильных ответах, и другие, возможно, разные значения на неправильных ответах. В нашем случае правильных наборов ответов может быть два:  $(x_1, x_2)$  и  $(x_2, x_1)$ . Это и отражает следующее индикаторное выражение:  $x_1=y_1 \ \&\& \ x_2=y_2 \ || \ x_2=y_1 \ \&\& \ x_1=y_2$ .

На этом построение таблицы связей параметров завершено. На рисунке 2 представлена заполненная таблица с выстроенными логическими связями между параметрами задания. Заметим, что последовательность параметров в таблице имеет значение. Последующие параметры могут использовать значения предыдущих, но не наоборот.

Теперь необходимо создать макет задания, разместив поля и текст на странице. Сам макет задания с использованием некоторых мета-конструкций специального псевдоязыка должен быть введён в специальное поле генератора (рис. 1, поле 2). Но можно использовать функцию автозаполнения этого поля по

значению вспомогательного текстового поля HTML, которое легко получить при помощи любого WYSIWYG HTML редактора (рис. 1, поле 3). Этим способом и воспользуемся для нашего примера.

Ссылка со страницы генератора открывает один из онлайн-редакторов WYSIWYG HTML редакторов (рис. 3). В нем и создаем макет формы. Добавляем статический текст вперемежку с элементами LaTeX, а также 5 текстовых полей для идентификаторов  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $y_1$  и  $y_2$ . В свойствах поля данный литеральный идентификатор заносится в свойство «value». По желанию устанавливаем другие атрибуты, такие как длина и размер поля.

Вид макета задания после окончания операции представлен на рисунке 4.

По нажатию кнопки можно скопировать HTML код макета задания и вставить его в поле 3 генератора (рис. 5).

Далее нажимаем кнопку «Автозаполнить атрибуты поля» для заполнения столбца «Атрибуты поля» таблицы со свойствами параметров задания (рис. 2) и кнопку «Автозаполнить макет» для генерации макета задания в поле 2 (рис. 6).

После этого нажимаем кнопку GenJS и получаем результат – сгенерированный код задания в поле 5 (рис. 7).

#### Результат

```
<script language="javascript">
Math.seedrandom('0',false,document?.checkanswer?.bao ? document.checkanswer.bao.value : '3.14');
var x1=RND(-5,4,5); var tag_x1='<!--'+eoln+'-->';
var x2=RND(-5,4,5); var tag_x2='<!--'+eoln+'-->';
var a=RND(-5,4,5); var tag_a='<!--'+eoln+'-->';
name="hidans_a" value="" + (typeof(a)=='string' ? a : eval(a)) + " maxlength="3" size="3">!--'+eoln+'-->';
var b=a*(x1+x2); var tag_b='<!--'+eoln+'-->';
name="hidans_b" value="" + (typeof(b)=='string' ? b : eval(b)) + " maxlength="3" size="3">!--'+eoln+'-->';
var c=a*x1*x2; var tag_c='<!--'+eoln+'-->';
value="" + (typeof(c)=='string' ? c : eval(c)) + " maxlength="3" size="3">!--'+eoln+'-->';
var y1=''; var tag_y1='<!--'+eoln+'-->';
+ (typeof(y1)=='string' ? y1 : eval(y1)) + " maxlength="3" size="3">!--'+eoln+'-->';
var y2=''; var tag_y2='<!--'+eoln+'-->';
+ (typeof(y2)=='string' ? y2 : eval(y2)) + " maxlength="3" size="3">!--'+eoln+'-->';
var z=''; var tag_z='<!--'+eoln+'-->';
id="z" name="anshid_z" value="" + (typeof(z)=='string' ? z : eval(z)) + " >!--'+eoln+'-->';
var allels=8;
function onsbm()
```

GenJS Preview

Р и с. 7. Сгенерированный код задания в поле 5

Fig. 7. Generated task code in field 5

Дано квадратное уравнение:

$$-5x^2 + -10x + 15 = 0$$

Найдите его корни.

$x_1 = 1$  и  $x_2 = -3$

LaTeX OnSbm GoShow

Р и с. 8. Страница с предварительным просмотром сформированного задания

Fig. 8. Page with a preview of the generated task

Прежде, чем вставить данный код непосредственно в систему, рекомендуется воспользоваться функцией Preview (рис. 7). Если всё сделано корректно, откроется новая страница с отображением данного задания, имеющая также 3 кнопки. Кнопка LaTeX преобразует код LaTeX в математические формулы, кнопка GoShow заполнит текстовые поля правильными ответами (рис. 8). Кнопка OnSbm отобразит значения индикаторных переменных на текущем варианте заполнения формы, который можно менять вручную

После того, как всё проверено, код задания можно переносить в систему через стандартный интерфейс ввода задания (рис. 9).



Р и с. 9. Стандартный интерфейс для ввода задания

Fig. 9. Standard interface for entering a task

Заметим, что данный способ отображения уравнения не идеален, так как если, например, коэффициент  $b$  отрицательный, то плюс в тексте будет соседствовать с минусом числа в текстовом поле  $b$ . В данном примере это сознательно игнорируется, чтобы не усложнять рассмотрение. Но, разумеется, есть способ отображать уравнение корректно с учётом всех знаков. В частности, продвинутые пользователи могут использовать собственные js-функции, добавив их описание в поле 4. Такая функция могла бы получить на вход значение коэффициента и имя переменной и по нему определить как отображать одночлен, включая особые случаи, когда коэффициент равен 0 или 1. Чтобы включить вызов функции в макет, необходимо в онлайн-редакторе HTML окружить имя функции комбинациями `##(в начале и)##` в конце. Тогда на это место будет подставлен

результат выполнения функции. То же относится и к выводу значений параметров типа переменная.

## Закключение

Таким образом, мы получаем задание, которое сгенерировано без использования программирования на JavaScript и полностью построено на технологии low-code. Сформированное задание отображается для каждого пользователя с уникальными числовыми параметрами, что позволяет оценить знания конкретного обучающегося. Авторы надеются, что описанная выше модификация системы дистанционного тестирования «Электронный балл» сделает ее более привлекательной и доступной в использовании для широкого круга преподавателей вузов, школ, репетиторов.

## References

- [1] Abdurrasyid, Susanti M.N.I., Indrianto. Implication of Low-Code Development Platform on Use Case Point Methods. In: 2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS). Bandung, Indonesia: IEEE Press; 2022. p. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICISS55894.2022.9915166>
- [2] Funk D. Creating a Low-Code Business Process Execution Platform With Python, BPMN, and DMN. *IEEE Software*. 2023;40(1):9-17. <https://doi.org/10.1109/MS.2022.3212033>
- [3] Slotvitskaya A.A., Martynov B.V., Prokopenko E.S. The prospects and efficiency of nocode and low-code platforms for business automation. *Proceedings in Cybernetics*. 2024;23(2):71-75. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2024-2-9>
- [4] Andiryakova O.O., Kryukova A.A., Ivaev M.I. Application of Low-Code Technology to Solve Business Problems. *Industrial'naja je-konomika = Industrial Economics*. 2023;(2):20-24. (In Russ., abstract in Eng.) [https://doi.org/10.47576/2949-1886\\_2023\\_2\\_20](https://doi.org/10.47576/2949-1886_2023_2_20)
- [5] Yakovlev G.S., Ivanov F.F. Using Low-Code Platform in the Transition to a Process Approach when Creating Automated Systems. *Vestnik KRAUNC. Fiziko-matematicheskie nauki = Bulletin KRASEC. Physical and Mathematical Sciences*. 2020;30(1):120-126. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.26117/2079-6641-2020-30-1-120-126>
- [6] Butting A., Greifenberg T., Hölldobler K., Kehrer T. Model and Data Differences in an Enterprise Low-Code Platform. In: 2023 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C). Västerås, Sweden: IEEE Press; 2023. p. 868-877. <https://doi.org/10.1109/MODELS-C59198.2023.00137>
- [7] Cabot J., Clarisó R. Low Code for Smart Software Development. *IEEE Software*. 2023;40(1):89-93. <https://doi.org/10.1109/MS.2022.3211352>
- [8] Phalake V., Joshi S., Rade K., Phalake V. Modernized Application Development Using Optimized Low Code Platform. In: 2022 2nd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON). Ravet, India: IEEE Press; 2022. p. 1-4. <https://doi.org/10.1109/ASIANCON55314.2022.9908726>



- [9] Kass S., Strahringer S., Westner M. A Multiple Mini Case Study on the Adoption of Low Code Development Platforms in Work Systems. *IEEE Access*. 2023;11:118762-118786. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3325092>
- [10] Choudhury D., Gupta D. Investigation on Integration of Machine Learning Techniques into LC/NC Platforms for Code Review, Quality Assessment, and Error Detection Automation. In: 2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO). Noida, India: IEEE Press; 2024. p. 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICRITO61523.2024.10522267>
- [11] Lin C., Jia C., Han G., Shah S.B.H., Tian C. A Low-Code Edge Computing-Based Predicting Scheme for Aeroengine Components to Enable Intelligent Aeronautical Manufacture. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics*. 2024;5(2):745-752. <https://doi.org/10.1109/JESTIE.2023.3339401>
- [12] Schenkenfelder B., Salomon C., Buchgeher G., Schossleitner R., Kerl C. The Potential of Low-Code Development in the Manufacturing Industry. In: 2023 IEEE 28th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). Sinaia, Romania: IEEE Press; 2023. p. 1-8. <https://doi.org/10.1109/ETFA54631.2023.10275503>
- [13] Kalaivani S., et al. Application of Scrum framework and Low-Code/No-Code platform for development and implementation of In-patient electronic visitor management system to optimise hospital operations. In: 2024 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE). Bangalore, India: IEEE Press; 2024. p. 1-6. <https://doi.org/10.1109/IITCEE59897.2024.10467670>
- [14] Rokis K., Kirikova M. Exploring Low-Code Development: A Comprehensive Literature Review. *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*. 2023;36:68-86. <https://doi.org/10.7250/csimq.2023-36.04>
- [15] Kamouchi H.El, Kissi M., Beggar O. El. Low-code/No-code Development: A systematic literature review. In: 2023 14th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA). Casablanca, Morocco: IEEE Press; 2023. p. 1-8. <https://doi.org/10.1109/SITA60746.2023.10373712>
- [16] Trigo A., Varajao J., Dias M. Low-code versus code-based software development: which wins the productivity game? *IT Professional*. 2022;24(5):61-68. <https://doi.org/10.1109/MITP.2022.3189880>
- [17] Bucaioni A., Cicchetti A., Ciccozzi F. Modelling in low-code development: a multi-vocal systematic review. *Software and Systems Modeling*. 2022;21(5):1959-1981. <https://doi.org/10.1007/s10270-021-00964-0>
- [18] Nascimento B., Santos R., Abrantes S., Quental C. Readly – Books Rating Low-Code Platform. In: 2023 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C). Västerås, Sweden: IEEE Press; 2023. p. 898-905. <https://doi.org/10.1109/MODELS-C59198.2023.00141>
- [19] Alamin A., Malakar S., Uddin G., Afroz S., Haider T., Iqbal A. An empirical study of developer discussions on low-code software development challenges. In: 2021 IEEE/ACM 18th International Conference on Mining Software Repositories (MSR). Madrid, Spain: IEEE Press; 2021. p. 46-57. <https://doi.org/10.1109/MSR52588.2021.00018>
- [20] Kass S., Strahringer S., Westner M. Practitioners perceptions on the adoption of low code development platforms. *IEEE Access*. 2023;11:29009-29034. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3258539>
- [21] Liu D., Jiang H., Guo S., Chen Y., Qiao L. What's Wrong With Low-Code Development Platforms? An Empirical Study of Low-Code Development Platform Bugs. *IEEE Transactions on Reliability*. 2024;73(1):695-709. <https://doi.org/10.1109/TR.2023.3295009>
- [22] Zhuang W., Gan X., Wen Y., Zhang S. EasyFL: A Low-Code Federated Learning Platform for Dummies. *IEEE Internet of Things Journal*. 2022;9(15):13740-13754. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3143842>
- [23] Wake N., Kanehira A., Sasabuchi K., Takamatsu J., Ikeuchi K. Interactive Task Encoding System for Learning-from-Observation. In: 2023 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM). Seattle, WA, USA: IEEE Press; 2023. p. 1061-1066. <https://doi.org/10.1109/AIM46323.2023.10196126>
- [24] Magomadov V.S. Low-Code and No-Code Platforms as a Way of Making Programming More Accessible to the General Public. *International Research Journal*. 2021;(6-18):100-103. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.108.6.016>
- [25] Kraev A.V., Filippova S.V. Some Non-Standard Features of the Dialog Testing System. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2023;19(2):469-477. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202302.469-477>

Поступила 21.02.2024; одобрена после рецензирования 24.03.2024; принята к публикации 18.05.2024.

Submitted 21.02.2024; approved after reviewing 24.03.2024; accepted for publication 18.05.2024.

#### Об авторах:

**Краев Андрей Владимирович**, научный сотрудник кафедры нелинейных динамических систем и процессов управления факультета вычислительной математики и кибернетики, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), кандидат физико-математических наук, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9846-3246>, [akraev@cs.msu.ru](mailto:akraev@cs.msu.ru)

**Филиппова Светлана Владимировна**, доцент кафедры физико-математических дисциплин института промышленной инженерии, информационных технологий и мехатроники, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11), кандидат физико-математических наук, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-1437-6029>, [filippovasv@mgupp.ru](mailto:filippovasv@mgupp.ru)

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



About the authors:

**Andrey V. Kraev**, Researcher of the Department of Nonlinear Dynamic Systems and Control Processes, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), Cand. Sci. (Phis.-Math.), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9846-3246>, [akraev@cs.msu.su](mailto:akraev@cs.msu.su)

**Svetlana V. Filippova**, Associate Professor of the Department of Physics and Mathematics of the Institute of Industrial Engineering, Information Technology and Mechatronics, BIOTECHE University (11 Volokolamskoe highway, Moscow 125080, Russian Federation), Cand. Sci. (Phis.-Math.), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-1437-6029>, [filippovasv@mgupp.ru](mailto:filippovasv@mgupp.ru)

*All authors have read and approved the final manuscript.*

