

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЗАДАЧ С УСЛОВИЯМИ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Кручинин В. В.<sup>1</sup>, доктор технических наук, доцент, ✉ [kru@ie.tusur.ru](mailto:kru@ie.tusur.ru),  
0000-0001-5564-2797

Кузовкин В. В.<sup>1</sup>, аспирант, ✉ [vkuzovkin\\_science@mail.ru](mailto:vkuzovkin_science@mail.ru)

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
пр. Ленина, 40, 634050, Томск, Россия

### Аннотация

В работе рассмотрены основные алгоритмы генерации задач различных школьных предметов (закрытого и открытого типа) с использованием искусственного интеллекта (генерация вопросов к тексту путем перестроения предложения, генерация вопросов к картинке) и без него (на основе деревьев И / ИЛИ по шаблонам, генерация логических задач). Было показано, что методы генерации тестов с использованием искусственного интеллекта имеют высокий потенциал, однако требуют при этом доработки, в частности создания базы пар вопросов / ответов на русском языке.

**Ключевые слова:** генерация текста, дистракторы, искусственный интеллект, глубокое обучение, педагогика, алгоритмы комбинаторной генерации, машинное обучение, программирование, обработка естественного языка.

**Цитирование:** Кручинин В. В., Кузовкин В. В. Обзор существующих методов автоматической генерации задач с условиями на естественном языке // Компьютерные инструменты в образовании. 2022. № 1. С. 85–96. doi: 10.32603/2071-2340-2022-1-85-96

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее распространенных (и эффективных) методов обучения в школе является решение стандартных упражнений из учебника [1–3]. Такой способ решения характерен как для подготовки к экзаменам, так и для решения олимпиадных задач. При этом следует отметить, что подавляющее большинство задач школьного и университетского уровней являются стандартными и могут быть сгенерированы компьютерным способом.

К настоящему времени существует много методов генерации задач на естественном языке. Часть этих задач относится к методам машинного обучения (генерация вопросов к тексту путем перестроения предложения, генерация вопросов к картинке), часть — нет (на основе деревьев И / ИЛИ с использованием шаблонов). Эти методы различаются между собой по сложности алгоритмов, по времени генерации, по возможности масштабирования и ряду других параметров. В одной из работ, представленных на русском языке,

задача подобного рода рассматривалась в 2015 году [4]. Однако с 2015 года количество методов резко расширилось. Целью данного исследования является рассмотрение способов генерации задач, обсуждение их достоинств и недостатков.

## 2. ГЕНЕРАЦИЯ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Генерация тестовых вопросов по шаблонам

Одним из самых распространенных методов создания тестовых заданий является создание задания по шаблону. Этот метод представлен, в частности, в работе Кручинина В. В. [5]. Основная идея данного подхода состоит в наличии пар «вопрос-ответ». В этом случае, комбинируя термины и их определения, можно составить, например, вопросы типа меню. Таким образом очень удобно создавать так называемые «вопросы закрытого типа» для тестов (вопрос, который содержит один или несколько вариантов ответа); в этом случае для вопроса необходимо создать два множества ответов — правильных и неправильных.

### 2.2. Генерация вопросов на основе деревьев И/ИЛИ

Метод генерации вопросов на основе деревьев И/ИЛИ позволяет автоматически генерировать набор тестовых вопросов заданного типа. Его особенностью является использование уже имеющихся данных о структуре вопроса, что позволяет формировать сложные вопросы, состоящие из неограниченного числа слов и предложений. Метод включает в себя следующие этапы:

1. Построение дерева И/ИЛИ, описывающего структуру вопроса. Все вершины дерева помечаются как постоянные или переменные. В постоянных узлах содержится неизменная информация, а для переменных задаются множества возможных значений [6–9].
2. Обход дерева с целью перебора всех возможных комбинаций его узлов. На данном этапе необходимо сделать проверку корректности получаемых выражений и в случае некорректности вопроса сформулировать новый.
3. Формирование набора тестовых вопросов из полученных комбинаций вершин.

Кроме того, данный метод широко используется в зарубежной литературе, например, для генерации задач в статистике [10], тестовых задач [11], параметризации квадратичных уравнений [12].

Рассмотрим принцип описания алгоритма генерации задачи в виде дерева И / ИЛИ на примере классической текстовой задачи «на совместную работу».

*Маша съест торт за 15 минут, а Даша за 30 минут. За сколько минут Маша и Даша съедят торт вместе?*

Разобьем текст на узлы.

Маша – A10, Съест торт — B10, За — C, 15 — D1, Минут — E1, Даша — A20, 30 — D2, Минут — E1, За сколько — F, Минут — E1, Съедят торт — B11, Маша — A10, и — G, Даша — A20, Вместе — H.

В каждый узел мы можем поместить разное количество переменных.

Узел A1 — Маша, Даша, Слава, Коля, Петя,

A2 — тракторист 1, тракторист 2,

A3 — Буратино, Мальвина.

Узел В1 — Съест/съедят торт, вспашет/вспахнут поле, создаст/создадут тест, перепечатает/перепечатают текст.

Узел D — целое число от 1 до 100.

Узел E — минут, секунд, часов, дней, месяцев, лет.

Выполнив левосторонний обход варианта и выписав соответствующие узлы, получим конкретное описание функции.

1. {A10, B10, C, D1, E1, A20, D2, E1, F, E1, B11, V11, A10, G, A20, H} *Маша съест торт за 15 минут, а Даша за 30 минут. За сколько минут Маша и Даша съедят торт вместе?*
2. {A20, B20, C, D20, E3, A21, D40, E3, F, E1, B21, V11, A20, G, A21, H} *Тракторист 1 вспашет поле за 20 часов, а тракторист 2 — за 40 часов. За сколько часов тракторист 1 и тракторист 2 вспашут поле вместе?*

### 3. ГЕНЕРАЦИЯ ВОПРОСОВ ТЕКСТОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Вторая половина 10-х годов XXI века характеризуется бурным развитием информационной структуры. Ряд исследователей говорит о так называемой цифровой революции или 4-ой промышленной революции [13]. При этом одной из главных составляющих этой революции является огромный объем данных, который необходимо обрабатывать. Одним из ключевых направлений обработки данных является машинное обучение. Не обошло стороной машинное обучение и образовательные технологии. В англоязычной литературе довольно распространен термин “automatic test generation”, который в поисковой системе часто выдает такие термины как “automatic text question answering” и “visual question answer generation”. Можно выделить следующие направления машинного обучения, направленного на автоматическую генерацию вопросов и ответов к ним [14]:

- 1) генерация вопросов / ответов к тексту,
- 2) генерация вопросов / ответов к картинке.

#### 3.1. Генерация вопросов на основе текстового корпуса

В англоязычной терминологии генерация вопросов на основе текстового корпуса носит название text question / answering. Данное направление — одно из наиболее изученных. Оно включает в себя такие направления создания вопросов к тексту как задания закрытого типа [14] (включая задания множественного выбора, задания на восстановление соответствия, задания на восстановление последовательности) [15], так и задания с развернутым ответом.

#### 3.2. Создание вопросительного предложения из утвердительного

Один из самых популярных методов проверки заданий является генерация вопросов исходя из исходного текста. Например, часть заданий ОГЭ по физике до 2021 года сдавались, исходя из вопросов, составленных к тексту. В NLP существует два подхода:

1. **Подход, основанный на правилах морфологии и лингвистики** [16–18].
2. **«Нейронный подход»**. Его также называют сквозным обучением нейронной сети с использованием моделей sequence-to-sequence (или, сокращенно, seq2seq, или «энкодер-декодер») [19–22].

Подход, основанный на правилах морфологии и лексики, можно условно разделить на несколько этапов. На первом этапе утвердительное предложение упрощается путем изменения лексических элементов, синтаксической структуры и семантики. На втором с помощью инструментов лингвистики (например, субъектно-вспомогательной инверсии в случае английского языка, *wh*-движения и т. д.) фразы для ответов могут быть именными или предложными, что позволяет задать вопрос: кто, что, где, когда и сколько. Система может быть расширена для преобразования других типов фраз в другие типы вопросов (например, как и почему). Следует отметить, что переход от ответа к вопросу достигается применением ряда универсальных правил. Это позволило, например, добавить правило для генерации вопросов, основанное на существующих правилах инверсии подлежащего и вспомогательного, декомпозиции глаголов и т. д. На третьем этапе происходит перестройка предложения из утвердительного в вопросительное.

**Пример:**

**Утверждение:** Русский царь Петр 1 провозгласил себя российским императором 1721 году.

**Вопрос: В каком году** русский царь Петр 1 провозгласил себя российским императором?

**Вопрос: Кем** русский царь Петр 1 провозгласил себя в 1721 году?

**Вопрос: Как звали** русского царя, который провозгласил себя российским императором в 1721 году?

Успех этих подходов во многом зависит от наличия хорошо разработанных правил преобразования декларативного предложения в вопросительное, обычно основанных на глубоких лингвистических знаниях (часто используется для русского языка). Кроме того, следует отметить важную деталь [23]: естественно звучащий вопрос часто сжимает предложение, на котором он основан, использует синонимы для терминов в отрывке или относится к объектам из предыдущих предложений. В других случаях мировые знания используются для создания хорошего вопроса. Построение естественных вопросов разумной сложности, по-видимому, потребует абстрактного подхода, который может дать плавные фразы, не совсем совпадающие с текстом, из которого они были взяты. Для нивелирования этого недостатка используется второй подход, с применением *seq2seq* моделей. Прежде чем описывать принцип работы данного подхода, необходимо сказать, что представляют из себя *seq2seq* модели.

*Sequence-to-sequence* модель — это модель, принимающая на вход последовательность элементов (слов, букв, признаков изображения и т. д.) и возвращающая другую последовательность элементов. Как уже было сказано, модель состоит из двух элементов — «энкодер» и «декодер». Эти две функции являются рекуррентными нейронными сетями (RNN — Recurrent neural network — вид нейронных сетей, где связи между элементами образуют определенную последовательность). *Seq2seq* модели часто используются для перевода текста с одного языка на другой. Энкодер обрабатывает каждый элемент входной последовательности, переводит полученную информацию в вектор, называемый контекстом (context). После обработки всей входной последовательности энкодер пересылает контекст декодеру, который затем начинает генерировать выходную последовательность элемент за элементом.

Важной особенностью работы с рекуррентными нейронными сетями является то, что их надо обучать на вопросно-ответных системах. Одним из самых популярных выступает Stanford Question Answering Dataset (SQuAD) [24], содержащий вопросы и ответы из англо-

язычной интернет энциклопедии Википедия. Этих вопросов и ответов содержится около 100 тысяч единиц. Для русскоязычного сегмента при участии Сбербанка была создана аналогичная база данных под названием SBEr Squad, содержащая порядка 50 тысяч вопросов из Википедии.

### 3.3. Создание вопросов с несколькими вариантами ответа

Принцип перестроения фразы из утвердительной в вопросительную, описанный в предыдущих пунктах, не является конечной целью. Конечной целью с точки зрения педагогики являются следующие аспекты:

1. Составление задач с пропусками.
2. Составление задач с несколькими вариантами ответов.

Принцип работы описан во многих научных трудах, например в [25, 26]. Открытый код, написанный на языке программирования Python и созданный для обработки англоязычного текста, представлен в репозитории github по электронным адресам [27–29], для русскоязычного текста можно рассмотреть [30]. Смысл подобной работы можно разбить на несколько шагов.

#### **Пример:**

1. **Введение исходного текста.** Например текста, посвященного кислороду из Википедии [31]:

*«**Кислоро́д** (*O*, лат. *oxygenium*) — **химический элемент** 16-й группы (по устаревшей короткой форме периодической системы принадлежит к главной подгруппе VI группы, или к группе VIA), второго периода периодической системы, с атомным номером **8**. **Кислород** — химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы **халькогенов**. Как простое вещество при нормальных условиях представляет собой газ без цвета, вкуса и запаха, молекула которого состоит из двух атомов кислорода (формула  $O_2$ ), в связи с чем его также называют **дискислород**».*

2. **Определение ключевых слов в тексте.** В данном тексте эти слова выделены полужирным шрифтом.

3. **Выделение предложения без ключевых слов.** Данное предложение может быть использовано как ответ на предполагаемый вопрос:

\_\_\_\_\_ — химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов.

*Ответ: **Кислород***

4. **Перефразирование утвердительного предложения в отрицательное:**

*Что является самым лёгким элементом из группы халькогенов и при этом химически активным неметаллом?*

*Ответ: **Кислород***

5. **Генерация дистракторов.** Для создания вопроса с различными ответами используется так называемые дистракторы (неправильный, но правдоподобный ответ в тестовых заданиях с выбором одного или нескольких правильных ответов) [32].

*Что является самым лёгким элементом из группы халькогенов и при этом химически активным неметаллом?*

*Ответ: **Кислород, Водород, Гелий, Азот***

### 3.4. Генерация вопросов с развернутой частью

Генерация вопросов с ответами в виде тестовых форм в АОТ считается хорошо разработанной частью. Однако исследователи уделяли меньше внимания генерации вопросов в виде развернутой части. Как правило, авторы англоязычных изданий при запросе subjective questions акцентируют свое внимание не на генерации вопросов, а на автоматической проверке ответа с развернутой частью, или, по-другому, автоматической проверке эссе.

### 3.5. Генерация вопросов по картинке

Одним из направлений машинного обучения является генерация вопросов по картинке или анализ визуальных образов (по-английски «Visual question answering» или VQA) [33–35]. Открытый код, написанный на языке программирования Python и созданный для обработки англоязычного текста, представлен в репозитории github по электронным адресам [36, 37]. Сама дисциплина лежит на стыке двух наук — автоматическая обработка изображений (для этого используется сверточная нейронная сеть, или convolutional neural network, CNN) и обработка естественного языка (для чего используются рекуррентные сети (RNN)).

На первом этапе сверточная нейронная сеть обрабатывает изображение, чтобы получить утверждения, относящиеся к данному изображению. Это может быть распознавание объектов на картинке, их классификация, подсчет количества объектов, распознавание деятельности).

На втором этапе задача из утвердительного предложения, относящегося к картинке, переходит к вопросительной.

Иллюстрация работы (VQA) представлена на рисунке 1.

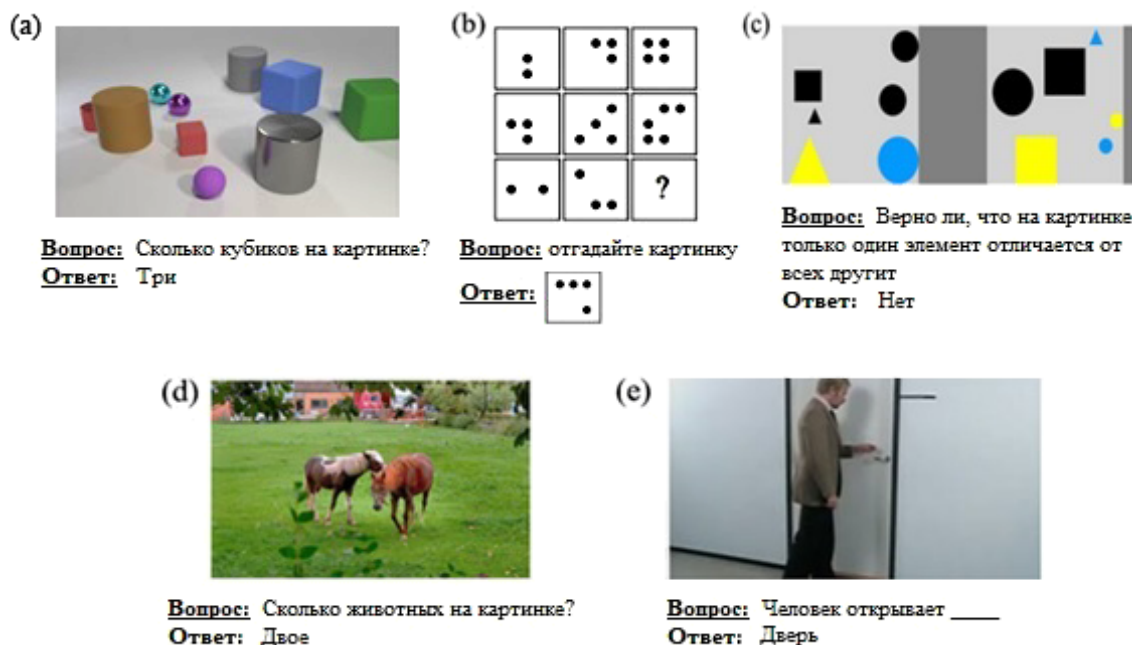


Рис. 1. Пример работы VQA для разных баз данных



#### 4. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕНЕРАЦИИ ЗАДАЧ

Для построения системы генерации сложных вопросов было проведено детальное сравнение рассмотренных методов по наиболее важным параметрам. Результаты сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная матрица методов генерации задач

Параметр / Метод генерации	Генерация тестовых вопросов по шаблонам	Генерация вопросов на основе деревьев И / ИЛИ	Генерация вопросов методами искусственного интеллекта
Наличие алгоритма определения множества вопросов в данном генераторе (мощность генератора)	Имеется	Имеется	Имеется
Проверка корректности вопроса (автоматическая, автоматизированная)	Автоматизированная	Автоматизированная	Автоматизированная
Управление генерацией (например, задать последовательность или некоторые условия и ограничения и т. д.)	Имеется	Имеется	Ограничена
Наличие алгоритма кодирования вопроса (для отслеживания спорных или ошибочных ситуаций)	Отсутствует	Отсутствует	Имеется
Сложность реализации алгоритма генерации (требуется большой объем программирования)	Простая	Простая	Высокая
Накопление статистики и обучение или самообучение генератора	Отсутствует	Отсутствует	Имеется
Универсальность метода генерации (насколько широко можно применять метод для различных областей)	Для любой области	Для любой области	Зависит от обучающей выборки
Возможность масштабирования генератора	Имеется	Имеется	Имеется
Разная сложность вопроса	Настраивается вручную	Настраивается вручную	Автоматизированная настройка

Для создания простых вопросов (например, решение линейных уравнений в арифметике, а также простых текстовых задач) является целесообразным использовать генератор создания текстовых задач по шаблонам и/или на основе деревьев И/ИЛИ. Среди преимуществ стоит отметить простоту генерации и интерпретации. Однако сложность масштабируемости подобного генератора представляет ограничения по его применению.

Использование методов искусственного интеллекта (в будущем) может быть применимо к генерации задач абсолютно любой сложности. Однако, на текущий момент есть ряд технических вопросов. Как правило, создание вопросов к тексту происходит с использованием обучающей выборки. Обучающих выборок (вопрос-ответ), составленных на русском языке, существенно меньше, чем на английском: например, самая крупная

известная на апрель 2022 года база данных Sbersquad содержит менее 100 тыс. вопросов. Кроме того, эти выборки используют статьи «общего журналистского» характера, а не узкоспециализированные материалы. Стоит также отметить, что программы для работы с искусственным интеллектом довольно сложны (для неподготовленного с точки зрения программирования пользователя). Таким образом, для составления вопросов к обучающим текстам необходимо создавать дополнительные базы данных большого размера (например базы данных SQUAD содержат в себе порядка 1,5 миллионов вопросов) по каждому отдельному предметному полю. Методы генерации задач, основанные на ИИ, потенциально наиболее масштабируемы.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были рассмотрены основные методы автоматической генерации заданий. Часть этих методов реализована в виде веб порталов (например, через ввод шаблонов или через создание вопросов с помощью деревьев), другая часть (в первую очередь, методы машинного обучения) реализована лишь в качестве программного кода, не очень удобного для большинства пользователей. Было показано, что методы генерации задач, основанные на искусственном интеллекте, несмотря на высокий потенциал, нуждаются на данный момент в существенной доработке.

## Список литературы

1. *Загвязинский В. И.* Теория обучения: Современная интерпретация: Учебное пособие для вузов. 3-е изд., испр. М.: Академия, 2006. 192 с.
2. *Краевский В. В., Хуторской А. В.* Основы обучения: Дидактика и методика. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 352 с.
3. *Михайличенко О. В.* Методика преподавания общественных дисциплин в высшей школе: учебное пособие. Сумы: СумДПУ, 2009. 122 с.
4. *Тарасенко С. В., Рязанова Н. Ю.* Анализ методов автоматической генерации вопросов на естественном языке // Инженерный вестник. 2015. № 12. С. 1032–1037.
5. *Кручинин В. В., Морозова Ю. В.* Модели генераторов вопросов для компьютерного контроля знаний // Научно-методический журнал. Открытое и дистанционное образование. 2004. Т. 2, № 14. С. 52–62.
6. *Slagle J. R.* A Heuristic Program that Solves Symbolic Integration Problems in Freshman Calculus // Journal of the ACM. 1963. Vol. 10, № 4. P. 507–520. doi: 10.1145/321186.321193
7. *Кручинин В. В.* Использование деревьев И/ИЛИ для генерации вопросов и задач // Вестник Томского государственного университета. 2004. № 284. С. 182–186.
8. *Зорин Ю. А.* Интерпретатор языка построения генераторов тестовых заданий на основе деревьев И/ИЛИ // Доклады ТУСУР. 2013. № 1. С. 75–79.
9. *Зорин Ю. А.* Использование алгоритмов комбинаторной генерации при построении генераторов тестовых заданий // Дистанционное и виртуальное обучение. 2013. № 6. С. 54–59.
10. *González J. A., P. Muñoz.* E-status: An Automatic Web-Based Problem generator — Applications to Statistics // Computer Applications in Engineering Education. 2006. Vol. 14, № 2. P. 151–159. doi: 10.1002/cae.20071
11. *Camejo J., Silva A., Descalço L., Oliveira P.* Modelmaker, a multidisciplinary web application to build question generator models from basic to higher education // EDULEARN16 Proceedings. Barcelona, 2016. P. 5095–5103. doi: 10.21125/edulearn.2016.2206
12. *Rioja R., Gutierrez-Santos S., Pardo A., Delgado-Kloos C.* A Parametric Exercise Based Tutoring System // Proc. of 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2003. 5–8 November, 2003. Boulder, CO. P. S1B20-S1B26.
13. *Минчичова В.* Россия в Индустрии 4.0 // Молодой учёный, 2020. № 24 (314). С. 196–198.
14. *Das B., Majumder M., Phadikar S., Sekh A. A.* Automatic question generation and answer assessment: a survey // RPTTEL. 2021. Vol. 16, № 5. doi: 10.1186/s41039-021-00151-1
15. *Agarwal M.* Cloze and open cloze question generation systems and their evaluation guidelines. Hyderabad: International Institute of Information Technology, 2012.
16. *Heilman M., Smith N. A.* Good question! statistical ranking for question generation // Human Language Technologies: The 2010 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. 2010. P. 609–617.



17. *Denkowski M., Alon Lavie.* Meteor universal: language specific translation evaluation for any target language // Proceedings of the Ninth Workshop on Statistical Machine Translation. Association for Computational Linguistics. 2014. P. 376–380. doi: 10.3115/v1/W14-3348
18. *Labutov I., Basu S., Vanderwende L.* Deep questions without deep understanding // Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing. 2015. P. 889898.
19. *Du X., Shao J., Cardie C.* Learning to ask: Neural question generation for reading comprehension // Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2017. Vol. 1. P. 1342–1352. doi: 10.18653/v1/P17-1123
20. *Yuan X., Wang T., Gulcehre C., Sordoni A., Bachman P., Subramanian S., Zhang S., Trischler A.* Machine comprehension by text-to-text neural question generation. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1705.02012> (дата обращения: 24.03.2022).
21. *Song L., Wang Z., Hamza W.* A unified query-based generative model for question generation and question answering. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1709.01058> (дата обращения: 24.03.2022).
22. *Zhou Q., Yang N., Wei F., Tan C., Bao H., Zhou M.* Neural question generation from text: A preliminary study // National CCF Conference on Natural Language Processing and Chinese Computing, 2017. P. 662–671.
23. *Vanderwende L.* The importance of being important: Question generation // Proceedings of the 1st Workshop on the Question Generation Shared Task Evaluation Challenge, Arlington, VA. 2008. P. 1–2.
24. Squad the stanford question answering dataset SQUad 2.0, URL: <https://rajpurkar.github.io/SQuAD-explorer/> (дата обращения: 24.03.2022).
25. *Heilman M.* Automatic factual question generation from text. PA: Carnegie Mellon University, Schenley Park Pittsburgh, 2011.
26. *Vachev K. et al.* Generating Answer Candidates for Quizzes and Answer-Aware Question Generators. 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/2108.12898.pdf> (дата обращения: 24.03.2022).
27. *Dip D.* Automatic Question Generator from Text. URL: <https://github.com/dipta-dhar/Automatic-Question-Generator> (дата обращения: 24.03.2022).
28. *Jain S.* Question Generation. URL: <https://github.com/Sanskar-Jain/Automatic-Question-Generator/blob/master/NLP%20Project.pdf> (дата обращения: 24.03.2022).
29. *Vachev K.* Question Generation with use of NLP. URL: <https://github.com/KristiyanVachev/Question-Generation> (дата обращения: 24.03.2022).
30. *Orzhan,* Generate questions based on text in Russian with use of Rugpt3, URL: <https://github.com/orzhan/rugpt3-question-generation> (дата обращения: 24.03.2022).
31. *Мануйлов А. В., Родионов В. И.* Основы химии. Интернет учебник. URL: <http://www.hemi.nsu.ru/ucheb161.html> (дата обращения: 24.03.2022).
32. *Звонников В. И., Чельшкова М. Б.* Современные средства оценивания результатов обучения. М.: Издательский центр «Академия», 2007.
33. *Gordon D., Kembhavi A., Rastegari M., Redmon J., Fox D., Farhadi A.* Iqa: Visual question answering in interactive environments // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2018. P. 4089–4098.
34. *Serban I.V., García-Durán A., Gulcehre C., Ahn S., Chandar S., Courville A., Bengio Y.* Generating Factoid Questions With Recurrent Neural Networks: The 30M Factoid Question-Answer Corpus // Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2016. Vol. 1. P. 588–598.
35. *Santoro A., Hill F., Barrett D., Morcos A., Lillicrap T.* Measuring abstract reasoning in neural networks // International Conference on Machine Learning. 2018. P. 4477–4486.
36. *Gaba S.* Visual question answering, URL: [https://github.com/SatyamGaba/visual\\_question\\_answering](https://github.com/SatyamGaba/visual_question_answering) (дата обращения: 24.03.2022).
37. *Kondragunta M. M.* Generating natural questions from image. URL: <https://github.com/gitlost-murali/Natural-Questions-Generation-from-Images> (дата обращения: 24.03.2022).

Поступила в редакцию 21.02.2022, окончательный вариант — 24.03.2022.

**Кручинин Владимир Викторович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологий электронного обучения, профессор кафедры промышленной электроники ТУСУР, ✉ [kru@ie.tusur.ru](mailto:kru@ie.tusur.ru)**

**Кузовкин Владимир Валерьевич, аспирант кафедры автоматизации обработки информации факультета систем управления (профиль «управление в социальных и экономических системах») ТУСУР, ✉ [vvkuzovkin\\_science@mail.ru](mailto:vvkuzovkin_science@mail.ru)**

## Overview of Existing Methods for Automatic Generation of Tasks with Conditions in Natural Language

Kruchinin V. V.<sup>1</sup>, PhD, Associate Professor, ✉ [kru@ie.tusur.ru](mailto:kru@ie.tusur.ru), 0000-0001-5564-2797  
Kuzovkin V. V.<sup>2</sup>, Postgraduate, ✉ [vkuzovkin\\_science@mail.ru](mailto:vkuzovkin_science@mail.ru)

<sup>1</sup>Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 40, Lenina pr., 634050, Tomsk, Russia

### Abstract

The paper considers the main algorithms for generating various school subject problems of closed and open type. Some of these algorithms (i.e. question answering, Visual question answering) use artificial intelligence and some not (i.e. sets of AND / OR tree, templates). It was shown that methods for generating tests using artificial intelligence have a high potential, but they require further development, in particular, the creation of large question-answer database in Russian language.

**Keywords:** *text generation, distractors, artificial intelligence, deep learning, pedagogy, combinatorial generation algorithms, machine learning, programming, natural language processing.*

**Citation:** V. V. Kruchinin and V. V. Kuzovkin, "Overview of Existing Methods for Automatic Generation of Tasks with Conditions in Natural Language," *Computer tools in education*, no. 1, pp. 85–96, 2022 (in Russian); doi: 10.32603/2071-2340-2022-1-85-96

### References

1. V. I. Zagvyazinskii, *Teoriya obucheniya: Sovremennaya interpretatsiya: Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Learning Theory: A Modern Interpretation: A Textbook for Universities], Moscow: Akademia, 2006 (in Russian).
2. V. V. Kraevskii and A. V. Khutorskoi, *Osnovy obucheniya: Didaktika i metodika. Ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenii* [Fundamentals of teaching: Didactics and methodology. Textbook for students higher institutions], Moscow: Akademia, 2007 (in Russian).
3. O. V. Mikhailichenko, *Metodika prepodavaniya obshchestvennykh distsiplin v vysshei shkole: uchebnoe posobie* [Methods of teaching social disciplines in higher education: textbook], Sumy, Ukraine: SumDPU, 2009 (in Russian).
4. S. V. Tarasenko and N. Yu. Ryazanova, "Analiz metodov avtomaticheskoi generatsii voprosov na estestvennom yazyke" [Analysis of methods for automatic generation of questions in natural language], *Inzhenernyi vestnik*, no. 12, pp. 1032–1037, 2015 (in Russian).
5. V. V. Kruchinin and Yu. V. Morozova, "Modeli generatorov voprosov dlya komp'yuternogo kontrolya znaniy," *Open and Distance Education*, vol. 2, no. 14, pp. 52–62, 2004 (in Russian).
6. J. R. Slagle, "A Heuristic Program that Solves Symbolic Integration Problems in Freshman Calculus," *Journal of the ACM*, vol. 10, no. 4, pp. 507–520, 1963; doi: 10.1145/321186.321193
7. V. V. Kruchinin, "Ispol'zovanie derev'ev I/ILI dlya generatsii voprosov i zadach" [Using AND/OR trees to generate questions and problems], *Tomsk State University Journal*, no. 284, pp. 182–186, 2004 (in Russian).
8. Yu. A. Zorin, "The interpreter of programming language for design generators of tests based on AND/OR trees," *Proceedings of TUSUR University*, no. 1(27), pp. 75–79, 2013 (in Russian).
9. Yu. A. Zorin, "Using algorithms of combinatorial generation in designing tests generators," *Distantionnoe i virtual'noe obuchenie*, no. 6, pp. 54–59, 2013 (in Russian).
10. J. A. González and P. Muñoz, "E-status: An automatic web-based problem generator—Applications to statistics," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 14, no. 2, pp. 151–159, 2006; doi: 10.1002/cae.20071

11. J. Camejo, A. Silva, L. Descalço, and P. Oliveira, "Modelmaker, a multidisciplinary web application to build question generator models from basic to higher education," in *EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, Spain, 2016*, pp. 5095–5103; doi: 10.21125/edulearn.2016.2206
12. R. Rioja, S. Gutierrez-Santos, A. Pardo, and C. Delgado-Kloos, "A Parametric Exercise Based Tutoring System," in *Proc. of 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 5–8 November, 2003, Boulder, CO, 2003*, pp. S1B20–S1B26.
13. V. Minchichova, "Rossiya v Industrii 4.0," *Molodoi uchenyi*, no. 24 (314), pp. 196–198, 2020 (in Russian)
14. B. Das, M. Majumder, S. Phadikar, and A. A. Sekh, "Automatic question generation and answer assessment: a survey," *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, vol. 16, no. 5, 2021; doi: 10.1186/s41039-021-00151-1
15. M. Agarwal, *Cloze and open cloze question generation systems and their evaluation guidelines*, Hyderabad, India: International Institute of Information Technology, 2012.
16. M. Heilman and N. A. Smith, "Good question! statistical ranking for question generation", in *Human Language Technologies: The 2010 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*, pp. 609–617, 2010.
17. M. Denkowski and Alon Lavie, "Meteor universal: language specific translation evaluation for any target language," in *Proc. of the 9th Workshop on Statistical Machine Translation. Baltimore, Maryland, USA, 2014*, pp. 376–380, 2014; doi: 10.3115/v1/W14-3348
18. I. Labutov, S. Basu, and L. Vanderwende, "Deep questions without deep understanding," in *Proc. of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing*, 2015, p. 889898.
19. X. Du, J. Shao, and C. Cardie, "Learning to ask: Neural question generation for reading comprehension," in *Proc. of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Vancouver, Canada.*, vol. 1, 2017, pp. 1342–13524; doi: 10.18653/v1/P17-1123
20. X. Yuan, T. Wang, C. Gulcehre, A. Sordoni, P. Bachman, S. Subramanian, S. Zhang, and A. Trischler, *Machine comprehension by text-to-text neural question generation*, 2017. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1705.02012>
21. L. Song, Z. Wang, and W. Hamza, *A unified query-based generative model for question generation and question answering*, 2017. [Online]. Available: (<https://arxiv.org/abs/1709.01058>)
22. Q. Zhou, N. Yang, F. Wei, C. Tan, H. Bao, and M. Zhou, "Neural question generation from text: A preliminary study," in X. Huang, J. Jiang, D. Zhao, Y. Feng, Y. Hong, eds., *Natural Language Processing and Chinese Computing (NLPC 2017), Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10619, Springer, Cham., 2017, pp. 662–671; doi: 10.1007/978-3-319-73618-1\_56
23. L. Vanderwende, "The importance of being important: Question generation," in *Proc. of the 1st Workshop on the Question Generation Shared Task Evaluation Challenge, Arlington, VA.*, pp. 1–2, 2008.
24. Stanford NLP Group, "Squad the stanford question answering dataset SQuAD 2.0," in *SQuAD*. [Online]. Available: <https://rajpurkar.github.io/SQuAD-explorer/>
25. M. Heilman, *Automatic factual question generation from text*, Doctoral dissertation, Carnegie Mellon University, Schenley Park Pittsburgh, PA, USA, 2011.
26. K. Vachev, et al. "Generating Answer Candidates for Quizzes and Answer-Aware Question Generators," 2021. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2108.12898.pdf>
27. D. Dip, *Automatic Question Generator from Text*, 2020. [Online]. Available: <https://github.com/dipta-dhar/Automatic-Question-Generator#>
28. S. Jain, *Question Generation*, 2020. [Online]. Available: <https://github.com/Sanskar-Jain/Automatic-Question-Generator/blob/master/NLP%20Project.pdf>
29. K. Vachev, *Question Generation with use of NLP*, 2021. [Online]. Available: <https://github.com/KristiyanVachev/Question-Generation>
30. Orzhan, *Generate questions based on text in Russian with use of Rugpt3*, 2021. [Online]. Available: <https://github.com/orzhan/rugpt3-question-generation>
31. A. V. Manuilov and V. I. Rodionov, "Osnovy khimii. Internet uchebnyk," in *hemi.nsu.ru*, 2017 (in Russian). [Online]. Available: <http://www.hemi.nsu.ru/ucheb161.html>
32. V. I. Zvonnikov and M. B. Chelyshkova, *Sovremennyye sredstva otsenivaniya rezul'tatov obucheniya*, Moscow: Akademiya, 2007 (in Russian).
33. D. Gordon, A. Kembhavi, M. Rastegari, J. Redmon, D. Fox, and A. Farhadi, "Iqa: Visual question answering in interactive environments," in *Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2018, pp. 4089–4098.
34. I. V. Serban, A. García-Durán, C. Gulcehre, S. Ahn, S. Chandar, A. Courville, and Y. Bengio, "Generating Factoid Questions With Recurrent Neural Networks: The 30M Factoid Question-Answer Corpus," in *Proc. of the 54th*

- Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, vol. 1, 2016, pp. 588–598.
35. A. Santoro, F. Hill, D. Barrett, A. Morcos, and T. Lillicrap, “Measuring abstract reasoning in neural networks,” in *Proc. of Int.l Conf. on Machine Learning*, 2018, pp. 4477–4486.
  36. S. Gaba, *Visual question answering*, 2020. [Online]. Available: [https://github.com/SatyamGaba/visual\\_question\\_answering](https://github.com/SatyamGaba/visual_question_answering)
  37. M. M. Kondragunta, *Generating natural questions from image*, 2018. [Online]. Available: <https://github.com/gitlost-murali/Natural-Questions-Generation-from-Images>

*Received 21-02-2022, the final version — 24-03-2022.*

**Vladimir Kruchinin, PhD, Associate Professor, Department of Electronic Learning Technologies (TEO), Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, ✉ [kru@ie.tusur.ru](mailto:kru@ie.tusur.ru)**

**Vladimir Kuzovkin, Postgraduate, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, ✉ [vkuzovkin\\_science@mail.ru](mailto:vkuzovkin_science@mail.ru)**