

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ В ПЛАНИМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Пархоменко В. А.¹ [0000-0001-7757-377X], Найденова К. А.² [0000-0003-2377-7093],
Мартирова Т. А.³ [0000-0003-0000-6608], Щукин А. В.⁴ [0000-0002-9534-824X]

^{1, 4}Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт Петербург

^{2, 3}Военно-медицинская академия, Санкт Петербург

¹vladimir.parkhomenko@spbstu.ru, ²ksennaidd@gmail.com,

³martta462@yandex.ru, ⁴alexander.schukin@spbstu.ru

Аннотация

Работа посвящена изучению когнитивной функции, связанной с генерацией эллиптических предложений в русском языке. Исследование проводилось на основе тестирования этой когнитивной способности с помощью компьютерной системы, специально разработанной авторами для этой цели. Тестирование этой когнитивной способности предложено и реализовано впервые. Система является расширением Moodle и открыто размещена в репозитории github. Эллиптические конструкции ограничиваются глагольными и именными эллипсисами, которые теоретически возможно полностью восстановить на основе контекста предложения. Исследование проводилось с участием в качестве респондентов студентов СПбПУ. В качестве предметной области были выбраны тексты планиметрических задач. В результате анализа данных тестирования получены следующие результаты: установлено влияние знаний респондента предметной области (планиметрии) на результаты тестирования; обнаружена тенденция к самообучению респондентов, что проявляется в сокращении времени и увеличении баллов по мере прохождения тестов; показано, что респонденты слабо мотивированы, если не видят отзыв на ответ по выполненному заданию.

Обсуждены проблемы дальнейшего развития системы тестирования и её применения при адаптации опросников (заданий) для оценки знаний студентов СПбПУ в области автоматизации обнаружения ошибок в программах, а также диагностики функционального состояния специалистов операторского профиля и

экспресс-диагностики деменции. Перспективным представляется также применение системы для совершенствования процессов синтаксического разбора эллиптических предложений и автоматизации восстановления эллипсисов в предметной области планиметрии.

Ключевые слова: *онлайн-система тестирования, разработка системы тестирования, когнитивная функция, эллипсис, планиметрия*

ВВЕДЕНИЕ

Первоначальная идея создания системы тестирования когнитивной функции (КФ), связанной с формированием эллиптических предложений в устной и письменной речи, возникла из потребности разработки тестов когнитивных нарушений (КН) для ранней диагностики деменции. КФ генерации эллипсиса в предложении опирается на удержании в памяти человека уже сказанного (написанного, уже выполненного ментально), то есть с функциями планирования, внимания, оперативной способности идентифицировать элементы, повторение которых можно опустить, но которые слушатель (читатель) может восстановить по контексту.

Эллиптическими называются конструкции, которые содержат опущенный, но однозначно восстанавливаемый элемент в предложении (слово или сочетания слов) [1].

Основание эллипсиса мы связываем с мыслительными процессами, реализуемыми при образовании предложений. Важным является изучение связи между когнитивными операциями, то есть процессами манипулирования знаниями, и синтаксисом различных языков. Начало этому направлению работ было положено Р. Джекендоффом [2–4].

Далее рассмотрим только два типа эллипсисов: «глагольный эллипсис» и «именной эллипсис», структура которых основана на именных, глагольных и предложных группах. В литературе эти типы эллипсисов известны: первый как эллипсис глагольной группы (исключение глагола, как изолированного, так и в составе глагольных групп и целых клауз), второй – как эллипсис составляющих именной группы с «сохранением представителя» [5].

Когнитивный подход предполагает, что:

1. полное предложение описывает некоторую когнитивную ситуацию, например, геометрическую конфигурацию, выраженную в тексте задачи по планиметрии;
2. полное предложение мысленно трансформируется в неполное эллиптическое предложение; причем в основе трансформации лежат когнитивные операции, выполняемые по определенным правилам.

Напомним некоторые правила генерации предложений с глагольным и именным эллипсисами [6].

Правило 1. Если имеется ввиду одно и то же действие над несколькими объектами, то после описания этого действия над первым объектом в предложении далее это действие над другими объектами может быть описано без копирования наименования этого действия (пропускается глагол).

Правило 2. Глагол может входить в предложение в составе глагольной группы (ГГр), тогда после полного описания действия над первым объектом возможно в последующих описаниях того же действия над другими объектами опускать не только глагол, но и повторяющиеся составляющие глагольных актантов.

Правило 3. Объект может быть выражен в составе именной группы (ИГ), тогда при упоминании в предложении того же самого объекта возможен пропуск не только его наименования, но и общих повторяющихся составляющих ИГ, характеризующих объект.

Рассмотрим некоторые примеры:

Дана трапеция ABCD с основанием AD. Биссектрисы внешних углов при вершинах A и B пересекаются в точке P, а при вершинах C и D – в точке Q.

Во втором предложении, часть ИГ «биссектрисы внешних углов» и глагол «пересекаются» опущены.

В результате первой операции он должен был добиться уничтожения врага к западу от реки и выйти к ней, в результате второй – создать плацдармы, а затем провести вторжение в глубь Германии (У. Черчилль. Вторая мировая война. Том 6. Часть 2).

ИДЕЯ ПРОЦЕССА ТЕСТИРОВАНИЯ

Задание (вопрос) при тестировании заключается в том, чтобы по примеру с глагольным эллипсисом преобразовать данное в предложение без эллипсиса в

эллиптическое. Тест содержит 10 таких заданий.

Тестирование предваряется текстом с пояснением понятия эллипсиса и примером преобразования некоторого предложения в эллиптическое, например:

«В равнобедренный прямоугольный треугольник ABC с прямым углом при вершине B вписан прямоугольник MNKB так, что две его стороны MB и KB лежат на катетах, а вершина N лежит на гипотенузе AC.»

Можно сократить повторение глагола «лежит» следующим образом:

«В равнобедренный прямоугольный треугольник ABC с прямым углом при вершине B вписан прямоугольник MNKB так, что две его стороны MB и KB лежат на катетах, а вершина N ~~лежит~~ на гипотенузе AC.»

Далее описан пример задания, который видит учащийся:

*«Кликните по избыточным (повторяющимся) словам для их вычеркивания:
В круговой сектор OPQ, центральный угол которого меньше 180 градусов, вписан квадрат ABCD так, что вершины A и B принадлежат дуге сектора, а вершины C и D принадлежат его радиусам.»*

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

Описание реализованной системы тестирования дано в работах [7, 8]. Программный код системы размещен в открытом доступе в интернете (<https://github.com/R-D4S/Plugins-for-Ellipsis-Test>).

В первой версии системы мы ограничились только текстами задач по планиметрии, с наиболее четкими и простыми моделями эллипсисов.

Вариант с вычеркиванием слов избавляет нас от проверки возможных орфографических или пунктуационных ошибок при вводе. Далее перечислены общие требования к системе.

1. Наличие типа вопроса «Вычеркивание», позволяющего взаимодействовать с элементами предложения через клик.
2. Наличие возможности отслеживать время, затраченное на решение каждого вопроса.
3. Наличие возможности экспортировать результаты для дальнейшей обработки в сторонних программах.
4. Наличие однозначной идентификации пользователей.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПИЛОТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В данный момент проведены две сессии тестирования на основе реализованной программной системы. Респондентами были студенты технических специальностей Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ). После первой сессии вначале проанализированы ответы 17-ти студентов. Среднее время прохождения теста 11 минут. Средний балл респондентов 6.76 из 10 возможных (10 заданий). Таблица 1 показывает средний балл респондентов и среднее время ответа на каждый вопрос.

Таблица 1. Средний балл респондентов и среднее время ответа на каждый вопрос

Номера вопросов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средний балл	0,56	0,79	0,53	0,74	0,47	0,74	0,82	0,89	0,72	0,72
Среднее время ответа на каждый вопрос (сек)	57,0	47,6	70,5	48,1	43,9	34,3	54,9	36,8	46,7	28,9

В дополнение к баллам были введены качественные оценки результатов прохождения теста: “Верно” (В), “Неверно” (НВ), “Частично правильно” (ЧП) и “Нет ответа” (НО). Оценка “Т” давалась, если множество слов, вычеркнутых респондентом, полностью совпадало со словами, которые должны быть вычеркнуты в правильном ответе. Оценка “ЧП” давалась, если было только частичное совпадение с вычеркиваемыми словами в правильном ответе. Эта оценка могла быть получена, если не был вычеркнут глагол, но в этом случае вычеркивания явно относились к сокращению повторяющихся фрагментов именных групп аргументов глагола. Оценка “НВ” давалась, если ни одного слова не было вычеркнуто из вычеркиваемых слов в правильном ответе. Перечисленные оценки не зависели от того, вычеркнул или нет респондент некоторые слова в предложении, не предусмотренные правильным ответом.

В таблице 2 приведены тексты для 10 заданий с выделенными словами, составляющими правильный ответ. В скобках приведена нумерация с инкрементацией на единицу, так как первым в Moodle Quiz был вопрос с пояснением задания.

Таблица 2 Тексты 10 заданий

N	Предложение в задании
1 (2)	В правильную четырехугольную пирамиду вписан куб так, что четыре его вершины принадлежат боковым ребрам пирамиды, а остальные четыре его вершины принадлежат плоскости ее основания.
2 (3)	В круговой сектор OPQ , центральный угол которого меньше 180 градусов, вписан квадрат $ABCD$ так, что вершины A и B принадлежат дуге сектора, а вершины C и D принадлежат его радиусам
3 (4)	На стороне BC треугольника ABC взята точка A^* ; серединный перпендикуляр к отрезку A^*B пересекает сторону AB в точке M , а серединный перпендикуляр к отрезку A^*C пересекает сторону AC в точке N .
4 (5)	Эти равенства означают, что OB касается описанной окружности треугольника ABM , а OD касается описанной окружности треугольника ADM .
5 (6)	Прямая параллельная AB пересекает AC и BC в точках M и N , а прямые параллельные AC и BC пересекают AB в точках P и Q .
6 (7)	Дана окружность радиуса R и касательная к ней; постройте квадрат так, чтобы две его смежные вершины лежали на касательной, а две другие лежали на окружности и вычислите сторону квадрата.
7 (8)	Дана окружность и точки P и Q внутри неё; построить вписанный в эту окружность прямоугольный треугольник, у которого один катет проходит через точку P , а другой катет проходит через точку Q .
8 (9)	Окружность касается сторон AB и AD прямоугольника $ABCD$ и пересекает сторону DC в единственной точке F , а сторону BC пересекает в единственной-точке E .
9 (10)	На плоскости заданы 3 точки A , B и C ; построить три окружности k_1 , k_2 и k_3 так, чтобы окружности k_2 и k_3 касались друг друга в точке A , окружности k_3 и k_1 касались друг друга в точке B , а окружности k_1 и k_2 касались друг друга в точке C
10 (11)	Ортоцентр треугольника делит одну из высот треугольника в отношении 2 к 1 , считая от вершины, а другую из высот делит пополам.

Оценим сложность заданий с точки зрения структуры глагольного эллипсиса. Самые простые задания – это те, в которых вычеркивается только глагол (2, 3, 4, 5, 6, 8). Более сложные предложения – те, где можно вычеркнуть и повторяющиеся фрагменты в именных группах дополнений к глаголам (1, 7, 10). Более сложные предложения – с множественным эллипсисом (9).

Таблица 3 показывает суммарные результаты тестирования по каждому вопросу, выраженные в количестве качественных оценок.

Таблица 3. Распределение качественных оценок ответов респондентов по каждому вопросу (заданию)

Номер вопроса	Количество качественных оценок			
	В	НВ	ЧП	НО
1	5	5	9	4
2	14	3	-	6
3	9	7	-	7
4	7	7	-	9
5	8	7	-	8
6	13	4	-	6
7	13	1	4	5
8	12	6	-	5
9	10	4	4	5
10	9	-	8	6
Sum	110	42	25	61

Анализ Таблицы 3 показывает, что наибольшее число ответов правильные. Отсутствие ответов (довольно большое число) можно объяснить необычностью заданий для многих респондентов – студентов технического профиля (математиков и программистов).

Анализ результатов 17-ти респондентов был произведен вручную. Благодаря этому было возможно сделать некоторые важные наблюдения.

1. Изучение времени ответов респондентов (в сек.) на каждое задание показало, что некоторые задания требовали большего времени на выполнение. Можно предположить, что именно эти задания вызывали у респондента трудности. Так, резкое увеличение времени ответа вызывало задание 3 (4). Рассмотрим

ответ на это задание респондента, одного из лучших по результатам прохождения теста:

«На стороне ВС треугольника ABC взята точка A*; срединный перпендикуляр к отрезку A*B пересекает сторону AB в точке M, а срединный перпендикуляр к отрезку A*C пересекает сторону AC в точке N».

В этом случае ответ респондента нельзя рассматривать как правильный, хотя он вычеркнул глагол, однако дополнительное вычеркивание слов "срединный перпендикуляр" неправильное с точки зрения геометрической ситуации, так как рассматривается срединный перпендикуляр к другому отрезку. В этом случае респондент допускает простое удаление повторяемого фрагмента текста с нарушением смысла предложения.

Аналогичная трудность связана также с вопросами 4 (5) и 9 (10):

«4 (5) Эти равенства означают, что OB касается описанной окружности треугольника ABM, а OD касается описанной окружности треугольника ADM.»

В этом предложении нельзя вычеркивать повторяющиеся слова «описанной окружности», так как геометрически речь идет об описанной окружности другого треугольника.

9 (10) «Окружность касается сторон AB и AD прямоугольника ABCD и пересекает сторону DC в единственной точке F, а сторону BC пересекает в единственной точке E».

Запрещенный вариант – вычеркивание повторяющегося слова «единственной».

Таким образом, выявлена связь КФ генерации эллипсиса не только с синтаксической структурой предложения, но и с предметной областью (в данном случае, планиметрией).

2. Также отметим, что ответы некоторых респондентов имели тенденцию к обучению, так как время ответа постепенно снижалось от вопроса к вопросу, а оценки в баллах не уменьшались.

Один респондент выразил желание пройти тест три раза. Таблица 4 показывает среднее время (в сек.), потраченное в трех последовательных прохождениях теста.

Таблица 4. Среднее время, затраченное на выполнение теста
в трех последовательных прохождениях

Номер прохождения теста	Среднее время, затраченное на выполнение теста (сек)
1-ый проход	112
2-ой проход	7,6
3-ий проход	6,1

ПОВТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Для увеличения статистики по тестовому материалу было решено повторить эксперимент. Однако на этом шаге было внесено изменение в пояснение к каждому заданию, акцентируя внимание на сохранение смысла предложения: «Кликните на словах, которые Вы считаете возможным вычеркнуть без изменения смысла предложения».

Первая сессия проходила в мае 2023 (без изменения пояснения), а вторая – в декабре 2023 года, при этом пилотный эксперимент проходил в начале мая, поэтому мы объединили данные в один набор МАУ-23. Изменение текста пояснения не показали значимого изменения в качестве ответов. Второй набор данных обозначается далее DEC-23, а объединенный набор данных – МАУ&DEC-23.

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

Система разработанных плагинов и тестового материала размещена в Moodle Quiz, где есть встроенная система первичной обработки статистических данных. Однако для разработанного нами нового типа вопроса «вычеркивание» указание учета правильных ответов проводится не совсем корректно (см. рис. 1) и нуждается в доработке. На этапе тестирования продукта это оказалось нецелесообразным, т. к. само понятие «правильного» ответа находится на стадии калибровки.

Рассмотрим подробнее рис. 1. На нем показан анализ ответов на 1 (2) вопрос. Видно, что фактический ответ соотнесен только первому по списку слову (модель ответа «четыре+19»), которое входит в состав правильного ответа. Однако последующим моделям ответа фактические ответы не сопоставляются (например, к «его+20», выделенный красным квадратом).

Анализ ответов

Модель ответа	Фактический ответ	Частичный кредит	Количество	Частота
четыре+19	остальные+18, его+20, её+24, четыре+9	25,00%	1	2,56%
	пирамиды+15, принадлежат+22, четыре+19, его+20	25,00%	1	2,56%
его+20		25,00%	0	0,00%
вершины+21		25,00%	0	0,00%
принадлежат+22		25,00%	0	0,00%
[Не соответствует ни один ответ]		0,00%	0	0,00%
Без ответа		0,00%	0	0,00%

Рис. 1. Пример учета частоты фрагментов ответа встроенными в Moodle Quiz средствами статистической обработки

Кроме того, исходя из специфики поставленных задач, потребовалось сформировать запросы на языке SQL к БД Moodle для извлечения отдельных частей данных, например, времени ответа на каждый вопрос. Дальнейшая обработка данных осуществлялась на языке Python. После выгрузки данных в табличном формате стандартным и разработанным способом были произведены объединение таблиц и формирование новых столбцов, как-то:

- «суммарное время ответов на вопросы»;
- «неверные содержательные вычеркивания для 4, 5 и 9 вопросов» и другие.

С целью сокращения аномальных выбросов в диаграммах рассеивания различных показателей был подобран следующий фильтр для отсеивания ответов (анкет учащихся): «суммарное время 10-ти ответов > 1200 сек, всего отвечено не меньше 6 вопросов, всего сумма баллов не меньше 2.5». По наборам данных получены следующие характеристики:

- МАУ-23: приняли участие 61, отфильтровано 7, осталось 54 человека;
- DEC-23: приняли участие 38, отфильтровано 12, осталось 26 человека;

- MAY&DEC-23: приняли участие 99, отфильтровано 21, осталось 78 человека.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВТОРОГО ЭТАПА ТЕСТИРОВАНИЯ

После очистки данных от аномалий и формирования дополнительных столбцов были отобраны следующие показатели для проведения корреляционного анализа: общее время прохождения теста (totaltime); время, затраченное на 10 вопросов (totaltime2); итоговые баллы (sumgrades), гендер (genderbin), короткий или полный тексты пояснения (descrBin); вычеркнуто слов (responded); вычеркнуто слов правильно (StrikedRight). Соответствующая корреляционная матрица приведена на рис. 2.

	totaltime	totaltime2	sumgrades	genderbin	descrBin	responded
totaltime	1.000000	0.815430	-0.059588	0.082925	-0.002790	-0.041363
totaltime2	0.815430	1.000000	-0.147950	0.168719	-0.080620	0.219409
sumgrades	-0.059588	-0.147950	1.000000	-0.117843	0.001591	0.259291
genderbin	0.082925	0.168719	-0.117843	1.000000	0.173826	-0.052415
descrBin	-0.002790	-0.080620	0.001591	0.173826	1.000000	0.093176
responded	-0.041363	0.219409	0.259291	-0.052415	0.093176	1.000000
StrikedRight	0.003528	0.062390	0.858449	-0.117787	-0.067662	0.378618

Рис. 2. Корреляционная матрица с учетом «наивного» способа оценивания итогового балла

Под «наивным» способом оценивания итогового балла мы понимаем способ, описанный в начале раздела с пилотным экспериментом и отраженный в оценке sumgrades. Видно, что есть сильная корреляция между этим показателем и правильно вычеркнутыми (0,858), однако, как это мы описываем далее, есть необходимость использования других систем расчета итоговой оценки.

Тем не менее, опишем основные тенденции, которые наблюдаются на этом графике: немного больше времени ответов на вопросы тратят мужчины (корреляция 0.168); женщины отвечают на вопросы несколько лучше (корреляция -0.117).

Более интересную закономерность демонстрирует рис. 3, на котором

видно, что каждый последующий ответ в целом дается респондентам быстрее, чем предыдущий (за исключением 9 (10) и 3 (4) вопросов, которые, по-видимому, являются сложными).

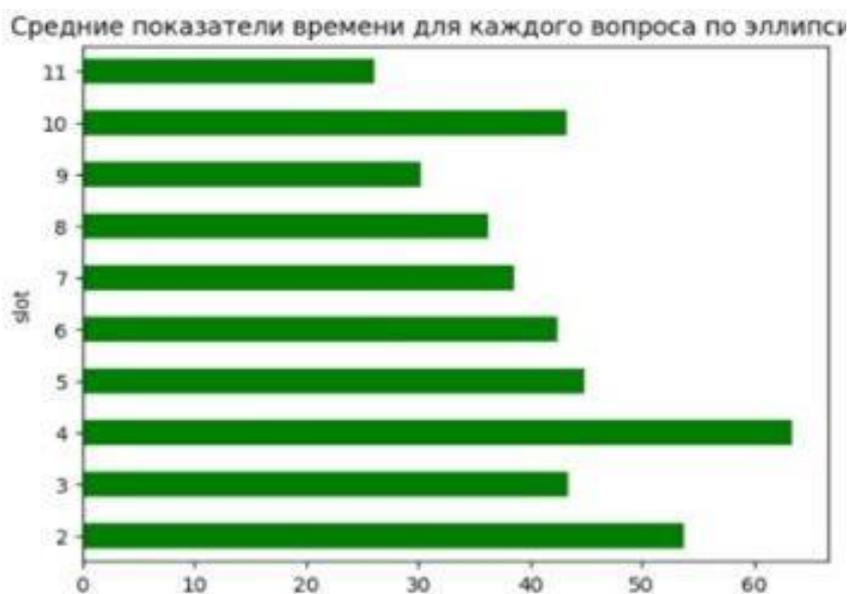


Рис. 3. Тенденция уменьшения времени ответов на вопросы

На рис. 4 для этих же вопросов видно, что последняя часть вопросов дается учащимся лучше (выше средний балл).

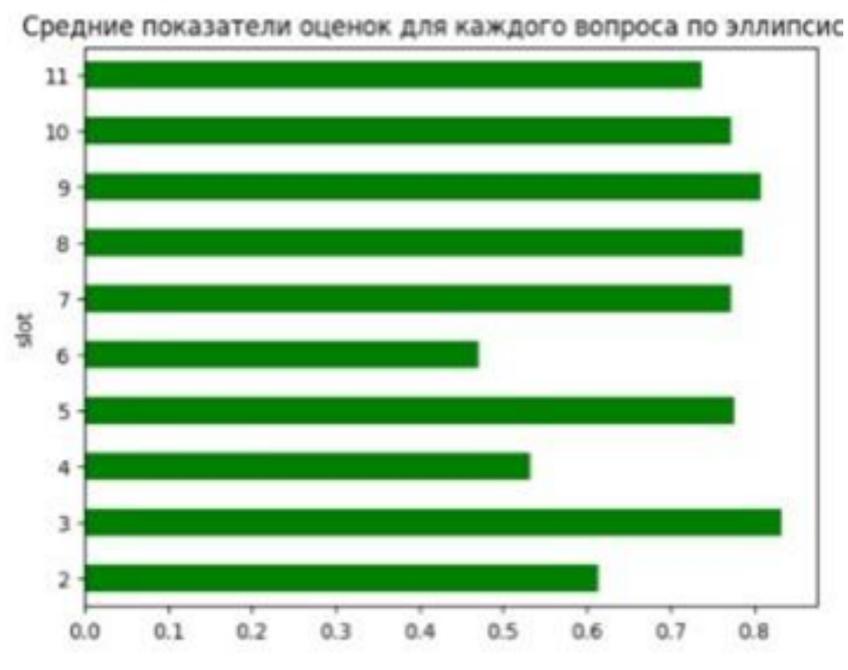


Рис. 4. Тенденция увеличения баллов за ответы на вопросы

Отметим, что закономерности, наблюдаемые в MAY-23 в целом, повторяются в DEC-23, т. е. дублирование информации, что “нахождение эллипсиса (вычеркивание) не должно изменять смысл предложения” не привело к существенным улучшениям итоговых баллов.

Кроме того, сформированы «интересные» подгруппы по фильтрам MAY&DEC-23:

Не нашли более 10 правильных слов (из 21): 13 человек. Вычеркнули более 12 “лишних” слов: 22 человека. Одновременно по двум критериям: 9 человек, причем 7 из них из DEC-23.

Наличие таких подгрупп свидетельствует о слабой мотивации учащихся.

Анализ результатов тестирования показал, что респонденты часто связывают эллиптичность с избавлением от любой избыточности в тексте. Однако они правильно используют как когнитивные правила, представленное в [6], так и знания из области планиметрии. Например, в предложении:

«Окружность касается сторон AB и AD прямоугольника $ABCD$ и пересекает сторону DC в единственной точке F , а ~~сторону~~ BC пересекает в единственной точке E .»

Респондент вычеркнул слово “сторону”, так как обозначение BC , с учетом предыдущей части предложения, говорит, что BC есть сторона треугольника.

Теперь в каждом предложении добавляется множество слов, не связанных с эллипсисом, которые допустимо вычеркивать. Анализ совершённых допустимых вычеркиваний, как в ниже приведенном примере, дает возможность более детально изучать когнитивные методы сокращения избыточности в текстах.

«На плоскости заданы 3 точки A , B и C ; построить три окружности k_1 , k_2 и k_3 так, чтобы окружности k_2 и k_3 касались друг друга в точке A , окружности k_3 и k_1 касались друг друга в точке B , а окружности k_1 и k_2 касались друг друга в точке C .»

ВЫВОДЫ И БУДУЩИЕ ШАГИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ

На использованном нами «наивном» подходе к итоговой оценке видно, что учащиеся имеют трудности с мотивацией к прохождению теста. Одновременно с

этим обнаружено, что нахождение эллипсиса сильно зависит от знаний предметной области, и по сути оцениванию должны подвергаться как знание предметной области, так и способность формирования эллипсисов (двухкритериальный подход). В связи с этим мы решили разрабатывать опросники под конкретную целевую аудиторию.

К сожалению, выбранный нами фильтр для отсеивания аномальных выбросов по диаграммам рассеивания учитывает «сумму баллов», рассчитанную по «наивной» схеме, приведенной в пилотном исследовании. Поэтому во время внедрения альтернативных способов расчета, например, на базе двухкритериального подхода, придется заново подбирать фильтр. К счастью, весь процесс исследования автоматизирован, что позволит это сделать относительно оперативно.

Отдельным образом должен быть исследован подход к учету встроенных в Moodle Quiz средств калибровки опросников, включая веса вопросов и другие метрики, см. рис. 5. К сожалению, как это было описано ранее (см., например, рис. 1), учет частоты ответа не приводится в Moodle Quiz корректно, поэтому и подсчет статистики по вопросам должен быть верифицирован на предмет достоверности расчета. В худшем случае необходимо будет переписать расчет данной статистики в автоматизируемом расчете на Python.

Анализ структуры теста

Скачать табличные данные как

Название вопроса	Попытки	Индекс легкости	Стандартное отклонение	Балл случайного угадывания	Намеченный вес	Эффективный вес	Индекс дискриминации
задание 1	39	53,21%	27,01%	0,00%	10,00%	8,27%	63,86%
задание 2	39	43,59%	50,24%	0,00%	10,00%	11,33%	58,85%

Рис. 5. Фрагмент предложений по калибровке вопросов встроенными в Moodle Quiz средствами статистической обработки

Возможный подход к оцениванию итоговых баллов

Рассмотрим, как можно изменить качественную оценку по каждому вопросу с учетом слов, которые нельзя вычеркнуть.

Будем считать, что у нас два независимых критерия оценивания. Назовем

первый – Эллипсис, а второй – Геометрия.

Если нет ответа на вопрос, оценка по Эллипсис и Геометрии не производится.

Оценки по Эллипсис не изменяются, их четыре: Верно (В), Неверно (НВ), Частично правильно (ЧП), Нет ответа (НО).

Оценка Геометрия формируется следующим образом:

Задается список слов, которые нельзя вычеркнуть;

Если хоть одно слово из этого списка вычеркнуто, – оценка Геометрия = Неверно (НВ)

Иначе – оценка = Верно (В).

Поскольку оценки по Эллипсис и Геометрия независимы, то мы имеем следующие сочетания оценок:

Верно Э + Верно Г = В;

Верно Э + Неверно Г = ВЭ + НВГ

Неверно Э + Верно Г = НВЭ + ВГ;

Неверно Э + Неверно Г = НВЭ + НВГ;

ЧП Э + Верно Г = ЧПЭ + ВГ = ЧП;

ЧП Э + Неверно Г = ЧПЭ + НГ;

Общий итог (возможный вариант):

Если есть хотя бы НГ или НВЭ, то общий итог – НЕВЕРНО;

Если имеем ВЭ + ВГ, то общий итог – ВЕРНО;

Если ЧПЭ + ВГ, то итог ЧАСТИЧНО ПРАВИЛЬНО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проанализированы результаты проведения экспериментов в двух промежутках времени. На основе наивного подхода к оцениванию сформирован фильтр для минимизации аномальных выбросов показателей на диаграмме рассеивания. Сформированы запросы к БД Moodle, получены новые столбцы в таблице данных, например, время выполнения 10 вопросов теста, проведен корреляционный анализ на выборке в 78 респондентов. Выявлены тенденции к сокращению количества времени на вопросы при неухудшении среднего количества баллов. Все расчеты автоматизированы в виде скриптов на Python.

Приведена гипотеза, что способность распознавания ответов сильно зависит от знаний предметной области. Кроме того, выявлена сильная зависимость мотивации и качества ответов. В связи с этим авторы полагают, что работа с целевыми аудиториями и востребованными для этих людей темами поможет увеличить качество собираемого материала. В частности, предполагается собирать данные в рамках:

- курса «Методы тестирования программного обеспечения»;
- диагностики функционального состояния специалистов операторского профиля под нужды заказчика;
- экспресс-диагностики деменции;
- задач по геометрии для школьников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Падучева Е.В.* О семантике синтаксиса. М.: URSS, 2019. 296 с.
 2. *Jackendoff R.* Semantic and cognition. Cambridge: MIT Press, 1983. 283 p.
 3. *Jackendoff R.* Information is in the mind of the beholder // *Linguistic and Philosoph.* 1985. V. 8. No. 1. P. 23–33.
 4. *Jackendoff R.* Grammar as evidence for conceptual structure // Hall, Brennan and Miller (Eds). *Linguistic theory and psychological reality.* Cambridge, UK, MIT Press: 1978. P. 201–228.
 5. *Путинцева А., Ковригина Л., Шилин И.* Автоматическая классификация эллиптических конструкций в русской спонтанной речи // *CEUR Workshop Proceedings.* 2018. V. 2233. P. 120–138.
URL: https://ceur-ws.org/Vol-2233/Paper_16.pdf
 6. *Naidenova X.* Cognitive elements in forming and understanding sentences // *CEUR Workshop Proceedings.* 2021. V. 2910. P. 65–73.
URL: <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-2910/short6.pdf>
 7. *Найденова К.А., Булыкина Е.С., Пархоменко В.А., Щукин А.В., Мартирова Т.А.* Разработка компьютерной системы тестирования когнитивных способностей респондентов на основе предложений с эллипсисами // *Электронные библиотеки.* 2023. Т. 26. № 3. С. 340–364.
[https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-3-340-364.](https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-3-340-364)
-

URL: <https://rdl-journal.ru/article/view/784/856>

8. Naidenova X., Parkhomenko V., Bulykina E., Schukin A., Lizunov Y., Martirova T. A System of Software Tools for Investigation of the Cognitive Function of Elliptical Sentence Generation // 2023 Ivannikov Ispras Open Conference (ISPRAS), Moscow, Russian Federation, 2023. P. 112–117.

<https://doi.org/10.1109/ISPRAS60948.2023.10508180>

EXPERIMENTAL STUDY OF COGNITIVE FUNCTION OF GENERATING ELLIPTICAL SENTENCES IN PLANIMETRIC TASKS

Vladimir Parkhomenko¹ [0000-0001-7757-377X], **Xenia Naidenova**² [0000-0003-2377-7093],

Tat'yana Martirova³ [0000-0003-0000-6608], **Alexander Schukin**⁴ [0000-0002-9534-824X]

^{1,4} *Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg,*

^{2,3} *Military medical academy, Saint Petersburg*

¹vladimir.parkhomenko@spbstu.ru, ²ksennaidd@gmail.com,

³martta462@yandex.ru, ⁴alexander.schukin@spbstu.ru

Abstract

The paper is devoted to the study of the cognitive function associated with the generation of elliptical sentences in the Russian language. The study is conducted by testing this cognitive ability using a computer system specially developed by the authors for this purpose. Testing of this cognitive ability is proposed and implemented for the first time. The system is an extension of Moodle and is openly hosted in the github repository. Elliptical constructions are limited to verbal and nominal ellipses, which are theoretically possible to be completely reconstructed based on the context of the sentence. The study is conducted with the participation of SPbPU students as respondents. The texts of planimetric tasks are chosen as the subject area. As a result of the analysis of testing data, the following results are obtained: the influence of the respondent's knowledge of the subject area (planimetry) on the test results is established; a ten-

dency towards self-study of respondents was discovered, which is manifested in a reduction in time and an increase in scores as they pass tests; it is shown that respondents are poorly motivated if they do not see feedback on the answer to the completed task. The paper discusses the problems of further development of the testing system and its use in adapting questionnaires (tasks) to assess the knowledge of SPbPU students in the field of automation of bug detection in programs, as well as for diagnosing the functional state of operator specialists and express diagnosis of dementia. It also seems promising to use the system to improve the processes of syntactic parsing of elliptic sentences and automate the restoration of ellipses in the subject area of planimetry.

Keywords: *online testing system, development, experiments, cognitive function, ellipsis, planimetry*

REFERENCES

1. *Paducheva E.V.* O semantike sintaksisa. M.: URSS, 2019. 296 s.
 2. *Jackendoff R.* Semantic and cognition. Cambridge: MIT Press, 1983. 283 p.
 3. *Jackendoff R.* Information is in the mind of the beholder // *Linguistic and Philosoph.* 1985. V. 8. No. 1. P. 23–33.
 4. *Jackendoff R.* Grammar as evidence for conceptual structure // Hall, Bresnan and Miller (Eds.). *Linguistic theory and psychological reality.* Cambridge, UK, MIT Press, 1978. P. 201–228.
 5. *Putintseva A., Kovrigina L., Shilin I.* Automatic Classification of Elliptical Constructions in Russian Spontaneous Speech // *CEUR Workshop Proceedings.* 2018. V. 2233. P. 120–138. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2233/Paper_16.pdf
 6. *Naidenova X.* Cognitive elements in forming and understanding sentences // *CEUR Workshop Proceedings.* 2021. V. 2910. P. 65–73. URL: <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-2910/short6.pdf>
 7. *Naidenova X.A., Bulykina E., Parkhomenko V.A., Schukin A.V., Martirova T.A.* Developing computer system for testing cognitive respondent's abilities based on elliptical sentences // *Russian Digital Libraries Journal.* 2023. V. 26. No. 3. P. 340–364. <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-3-340-364>. URL: <https://rdl-journal.ru/article/view/784/856>
-

8. *Naidenova X., Parkhomenko V., Bulykina E., Schukin A., Lizunov Y., Martirova T.* A System of Software Tools for Investigation of the Cognitive Function of Elliptical Sentence Generation. 2023 Ivannikov Ispras Open Conference (ISPRAS), Moscow, Russian Federation, 2023. P. 112–117.

<https://doi.org/10.1109/ISPRAS60948.2023.10508180>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ПАРХОМЕНКО Владимир Андреевич – старший преподаватель, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт Петербург

Vladimir Andreevich PARKHOMENKO – Senior Lecturer, Peter the Great Saint Peterburg Polytechnic University, Saint Petersburg

email: vladimir.parkhomenko@spbstu.ru

ORCID: 0000-0001-7757-377X



НАЙДЕНОВА Ксения Александровна – к.т.н., старший научный сотрудник, Военно-медицинская академия, Санкт Петербург.

Xenia Aleksandrovna NAIDENOVA –PhD, Senior Researcher, Military medical academy, Saint Petersburg,

email: ksennaidd@gmail.com

ORCID: 00000-0003-2377-7093



МАРТИРОВА Татьяна Александровна – младший научный сотрудник, Военно-медицинская академия, Санкт Петербург

Tat'yana Aleksandrovna MARTIROVA – Researcher, Military medical academy, Saint Petersburg,

email: martta462@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-0000-6608



ЩУКИН Александр Валентинович – к. т. н., доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

Alexander Valentinovich SCHUKIN – PhD, associate professor, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg,

email: alexander.schukin@spbstu.ru

ORCID: 0000-0002-9534-824X

Материал поступил в редакцию 2 мая 2024 года