

**«ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Доцент департамента программной
инженерии, кандидат технических
наук

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия», к.т.н.,
профессор ДПИ ФКН

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл	

Р.З. Ахметсафина
«____» _____ 2021 г.

В. В. Шилов
«____» _____ 2021 г.

**ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ
ЗАДАЧ ПО АЛГЕБРЕ
Пояснительная записка
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.05.15-01 81 01-1-ЛУ 1**

Исполнитель

Студент группы БПИ199

_____/ К. Пике /
«____» _____ 2021 г.

Москва 2021

УТВЕРЖДЁН

RU.17701729.05.15-01 81 01-1 ЛУ

**ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ
ЗАДАЧ ПО АЛГЕБРЕ**

**Пояснительная записка
RU.17701729.05.15-01 81 01-1
Листов 44**

Инв. №подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.1 Наименование программы.....	4
1.2 Документы, на основании которых ведётся разработка.....	4
2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	5
2.1 Функциональное назначение.....	5
2.2 Эксплуатационное назначение.....	5
3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	6
3.1 Постановка задачи на разработку программы.....	6
3.2 Описание применяемых технологических методов.....	6
3.3 Алгоритм перемешивания содержимого матриц.....	6
3.3.1 Простая перетасовка.....	6
3.3.2 Сильная перетасовка.....	6
3.3.3 Слабая перетасовка.....	7
3.4 Алгоритм формирования случайной ортогональной матрицы.....	7
3.5 Алгоритм составления задач.....	7
3.5.1 Алгоритм составления задач на тему «Сложение, вычитание, умножение матриц».....	7
3.5.2 Алгоритм составления задач на тему «Поиск ранга матрицы».....	8
3.5.3 Алгоритм составления задач на тему «Поиск n-ой степени матрицы».....	8
3.5.4 Алгоритм составления задач на тему «Определение обратимости матрицы».....	9
3.5.5 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение собственных значений матрицы».....	9
3.5.6 Алгоритм составления задач на тему «Приведение матрицы к канонической Жордановой форме».....	9
3.5.7 Алгоритм составления задач на тему «QR разложение матрицы».....	10
3.5.8 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение ортогонального преобразования для перехода к диагональной матрице».....	10
3.5.9 Алгоритм составления задач на тему «Проведение сингулярного разложения».....	10
3.5.10 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение угла и оси вращения ортогонального оператора».....	11
3.5.11 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение размерности ядра и отображения матрицы перехода».....	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.6 Обоснование выбора алгоритмов решения задачи.....	11
3.7 Возможные взаимодействия программы с другими программами.....	12
3.8 Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных.....	12
3.8.1 Описание метода организации входных и выходных данных.....	12
3.8.2 Обоснование выбора метода входных и выходных данных.....	13
4 ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	14
4.1 Состав технических и программных средств.....	14
4.2 Состав программных средств, необходимых для работы системы.....	14
5 ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	15
5.1 Ориентировочная экономическая эффективность.....	15
5.2 Предполагаемая потребность.....	15
5.3 Преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.....	15
6 ИСТОЧНИКИ.....	16
ТЕРМИНОЛОГИЯ.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	27

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 Введение

1.1 Наименование программы

Наименование программы: «Веб приложение для генерации задач по алгебре.»

Краткое наименование приложения: «Algebrator».

1.2 Документы, на основании которых ведётся разработка

Разработка ведётся на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утверждённой академическим руководителем тема курсового проекта

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2 Назначение и область применения

2.1 Функциональное назначение

Функциональным назначением программы является генерация задач по алгебре с ответами на несколько тем на выбор и дальнейшим предоставлением возможности экспорта задач для работы с ними. В возможности веб приложения должно входить:

- 1 Генерация задач на одну из тем:
 - 1.1 Сложение/Вычитание/Умножение матриц
 - 1.2 Поиск ранга матрицы
 - 1.3 Поиск n-ой степени матрицы
 - 1.4 Поиск обратной матрицы
 - 1.5 Приведение матрицы к канонической Жордановой форме
 - 1.6 QR разложение матрицы
 - 1.7 Нахождение ортогонального преобразования для перехода к диагональной матрице
 - 1.8 Проведение сингулярного разложения
 - 1.9 Нахождение угла и оси вращения ортогонального оператора
 - 1.10 Нахождение размерности ядра и отображения матрицы перехода
- 2 Составление списка задач
- 3 Сброс составленного списка
- 4 Экспорт задач в формате .pdf
- 5 Экспорт задач в формате .tex

2.2 Эксплуатационное назначение

Генерация задач на какую-либо тему изначально предполагает образовательные цели. Данное приложение предназначено для студентов и учителей в целях самостоятельной практики решения задач, составления домашних и/или контрольных работ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3 Технические характеристики

3.1 Постановка задачи на разработку программы

Программа разработана в рамках выполнения курсовой работы за 2020-2021 учебный год.

Цель работы предоставить веб приложение, отвечающее функциональному назначению, описанному в 2.1.

3.2 Описание применяемых технологических методов.

Приложение разрабатывалось при помощи фреймворков Spring Boot, Bootstrap 5, шаблонизатор Freemarker.

Для работы с фреймворком Spring Boot использовался язык Java.

Для работы с клиентской частью приложения использовался HTML5.

3.3 Алгоритм перемешивания содержимого матриц.

Для некоторых из задач, мы можем провести рандомизацию строк матрицы при помощи применения к ним элементарных преобразований, то есть сложение, перемножение и обмен местами строк. Умножение строк было опущено, дабы избежать дробей в ответах и/или задачах.

В программе присутствуют алгоритмы простой перетасовки, слабой перетасовки и сильной перетасовки.

3.3.1 Простая перетасовка.

Строки в матрице берутся в случайном порядке и далее складываются каждая с отличной от себя в этом порядке с коэффициентами в определённом разбросе. Далее, строки в том же случайном порядке переставляются местами.

3.3.2 Сильная перетасовка.

Работает по тому же принципу, что и алгоритм простой перетасовки, описанный в 3.2.1. , с тем отличием, что на выходе возвращается матрица, которая отменяет все проведённые преобразования. То есть в случае, когда на вход подаётся единичная матрица, мы получаем на выходе обратную матрицу полученной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.3.3 Слабая перетасовка.

Строкам матрицы присваивается случайный порядок и далее две отличные друг от друга строки прибавляются со случайным коэффициентом к одной из других, отличных от этих двух строк.

На выход получается матрица, которая может обратить все произведённые изменения, как было описано в пункте 3.3.2.

3.4 Алгоритм формирования случайной ортогональной матрицы

Так как ортогональные матрицы формулируются путём перемножения уже ортогональных матриц с ортогональными матрицами, изначальной идеей было взять случайные матрицы поворота и перемножать с ними единичную матрицу размера 3 на 3. Однако такой подход приводил либо к слишком простым значениям матрицы, либо к слишком сложным.

Поэтому для генерации случайных ортогональных матриц была взята за основу формула из статьи о рациональных автоморфов $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$

В данной статье упоминалось, что для нечётного числа формата $n = a^2 + b^2 + c^2 + d^2$, где a,b,c,d случайные целые числа, существует ортогональная матрица, которая задаётся следующим выражением:

$$\frac{1}{n} \begin{pmatrix} a^2 + b^2 - c^2 - d^2 & 2(-ad + bc) & 2(ac + bd) \\ 2(ad + bc) & a^2 - b^2 + c^2 - d^2 & 2(-ab + cd) \\ 2(-ac + bd) & 2(ab + cd) & a^2 - b^2 - c^2 + d^2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Таким образом, мы генерировали 3 случайных чётных числа и одно нечётное, так как квадрат на чётность не влияет.

3.5 Алгоритм составления задач.

Каждый из тип задач требует аргумент — число, при помощи которого инициализируется генератор псевдослучайных чисел для каждой из задач.

3.5.1 Алгоритм составления задач на тему «Сложение, вычитание, умножение матриц».

Пользуясь генератором псевдослучайных чисел, мы задаём случайным образом операцию сложения, вычитания или умножения. Далее, пользуясь все тем же генератором, мы задаём размер для обеих матриц в случае сложения или вычитания. В случае

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

умножения, для второй матрицы мы устанавливаем высоту равную ширине первой матрицы и случайным образом подбираем ей ширину.

Значения внутри этих матриц задаются случайным образом, в разбросе от -5 до 5 для всех членов матрицы, чтобы не иметь дело со слишком большими цифрами.

Результат этой задачи получается путём произведения подобранной операции (сложение, вычитание, умножение).

3.5.2 Алгоритм составления задач на тему «Поиск ранга матрицы».

Пользуясь генератором псевдослучайных чисел, мы подбираем случайным образом размеры матрицы и ранг. Далее составляем матрицу из случайных значений с искомым рангом. Для этого мы заполняем её строками, где на каждый шаг, пивотальный элемент сдвигается на определённое количество шагов вправо.

Далее мы перемешиваем содержимое матрицы при помощи простой перетасовки и таким образом формируем задачу данного типа.

3.5.3 Алгоритм составления задач на тему «Поиск n-ой степени матрицы»

Для составления задачи такого типа воспользуемся формулой

$$Q = A D A^{-1} \quad (2)$$

где A это невырожденная матрица, а D диагональная. Тогда задача по нахождению Q^n сводится к $AD^n A^{-1}$ и при целых значениях матрицы A, можно получить матрицу Q^n , которую можно вычислить по индукции.

Пользуясь генератором псевдослучайных чисел, мы генерируем размер матрицы, так как для данной задачи, она должна быть квадратной. Далее мы задаём единичную матрицу A, перетасовываем её слабой перетасовкой, чтобы не переусложнить задачу. После этой перетасовки, мы получаем так же и обратную матрицу к матрице A.

Далее генерируем случайную диагональную матрицу, и производим вычисления по формуле (2).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.5.4 Алгоритм составления задач на тему «Определение обратимости матрицы».

Для генерации этого типа задач мы пользуемся тем свойством матриц, что вырожденные матрицы остаются вырожденными после применения элементарных операций, а невырожденные — невырожденными.

Мы генерируем матрицу размера 3 на 3, так как размер больше или меньше не имеет смысла или пользы для вычисления. Случайным образом определяем, будет ли она невырождена. Если будет, то мы перетасовываем единичную матрицу и получаем ее обратную матрицу, в ином случае, задаём матрицу случайного ранга, меньшего чем ее размер и перетасовываем её.

3.5.5 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение собственных значений матрицы»

Из разложения матрицы с помощью собственных векторов, нам известно, что для квадратной матрицы A из линейно независимых собственных векторов можно получить разложение

$$A = Q D Q^{-1} \quad (3)$$

где матрица D диагональная с собственными значениями A по диагонали.

Таким образом для получения матрицы A мы можем сгенерировать диагональную матрицу со случайными значениями по диагонали и обратимую матрицу Q при помощи сильной перетасовки и перемножить их соответственно формуле (3).

3.5.6 Алгоритм составления задач на тему «Приведение матрицы к канонической Жордановой форме»

Из определения Жордановой нормальной формы, мы знаем, что существует такая матрица P , что для матрицы A верно

$$P J P^{-1} = A \quad (4)$$

где J это матрица Жордановой канонической формы.

Таким образом единственное условие, которое нужно наложить на матрицу P , это чтобы она была невырождена, то есть мы создаём единичную, перемешиваем ей ряды и получаем обратную матрицу.

Для матрицы J , мы просто составляем случайным образом Жордановы блоки и производим вычисления по формуле (4).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.5.7 Алгоритм составления задач на тему «QR разложение матрицы»

QR разложение это представление матрицы A в форме $A=QR$, где Q это ортогональная матрица, а R — верхнетреугольная. Для того, чтобы разложение матрицы A было уникальным, мы так же накладываем ограничение на верхнетреугольную матрицу, чтобы у неё все элементы на диагонали были положительными.

Для генерации матрицы Q мы воспользовались алгоритмом, описанным в 3.4. Генерация верхнетреугольной матрицы проходит по её определению со случайными значениями.

3.5.8 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение ортогонального преобразования для перехода к диагональной матрице».

Матрицу, которую можно привести к диагональной при помощи ортогонального преобразования, можно представить в следующем виде:

$$A = T D T^T \quad (5)$$

где D — диагональная матрица, T — ортогональная матрица.

Мы пользуемся алгоритмом описанным в 3.4 чтобы сгенерировать ортогональную матрицу T и составляем случайную диагональную матрицу в качестве матрицы D и с их помощью получаем матрицу, к которой даётся задание.

3.5.9 Алгоритм составления задач на тему «Проведение сингулярного разложения»

У любой вещественной квадратной матрицы существуют две ортогональные матрицы U и V , такие что соблюдается следующее выражение

$$A = U D V^T \quad (6)$$

где D это диагональная матрица с собственными значениями A по диагонали.

Таким образом мы генерируем две случайные ортогональные матрицы и случайную диагональную матрицу. Так как по формуле из статьи Гордона Пола ортогональная матрица получается с каким-то знаменателем для всех членов, чтобы избавиться от дробей в итоговой матрице для задачи, мы домножаем члены диагональной матрицы на знаменатели матриц U и V .

Однако в случае квадратной матрицы, при сингулярном разложении A , матрицы U и V не уникальны, так как

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

$$A = U D V^T = U D W W^T V^T = (UW) D (W^T V^T) = S D F^T$$

где S, F, W — это ортогональные матрицы. Ответ на основе которого генерируется матрица не является единственным возможным.

3.5.10 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение угла и оси вращения ортогонального оператора».

Для составления матрицы поворота вокруг произвольной оси была использована формула из википедии

$$M(\hat{\mathbf{v}}, \theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta + (1 - \cos \theta)x^2 & (1 - \cos \theta)xy - (\sin \theta)z & (1 - \cos \theta)xz + (\sin \theta)y \\ (1 - \cos \theta)yx + (\sin \theta)z & \cos \theta + (1 - \cos \theta)y^2 & (1 - \cos \theta)yz - (\sin \theta)x \\ (1 - \cos \theta)zx - (\sin \theta)y & (1 - \cos \theta)zy + (\sin \theta)x & \cos \theta + (1 - \cos \theta)z^2 \end{pmatrix}$$

Формула матрицы поворота вокруг произвольной оси

где значения вектора (x, y, z) задано случайным образом и значение угла поворота θ выбирается случайным образом из табличных значений, кроме 0, так как угол поворота 0 делает все слишком очевидным.

3.5.11 Алгоритм составления задач на тему «Нахождение размерности ядра и отображения матрицы перехода».

Мы хотим составить задачу вида

$$A X = B$$

где A — невырожденная матрица и X — матрица перехода

Матрицу перехода мы генерируем как матрицу случайного ранга. Матрицу A мы генерируем как случайную диагональную матрицу и перетасовываем её. Далее подставляем их в выражение и находим матрицу B для задачи.

3.6 Обоснование выбора алгоритмов решения задачи.

При генерации задачи, зачастую можно избежать прохождения шагов для ее решения. Можно отталкиваться от уже готовых ответов (3.7, 3.9, 3.11, 3.13 — 3.16) или опираясь на свойства тех матриц в контексте задания (3.6-3.11).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таким образом можно заранее подготовить ответ и исключить случаи, когда его может не оказаться.

3.7 Возможные взаимодействия программы с другими программами.

Взаимодействия с другими программами отсутствуют.

3.8 Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных.

3.8.1 Описание метода организации входных и выходных данных.

В приложении клиента, пользователь имеет возможность взаимодействовать с приложением при помощи кнопок на экране.

При нажатии на кнопку «Сгенерировать задачу», на открывается вкладыш с разными названиями тем. При нажатии на область с одной из тем, на серверную часть часть отправляется GET запрос на отображение задачи на данную тему на экране.

Нажатие на кнопку «Другая задача» обновляет страницу и генерирует таким образом новую задачу на текущую тем.

Нажатие на кнопку «Добавить задачу» отправляет на сервер запрос на добавление текущей задачи в финальный документ задач на экспорт и обновляется страница.

Нажатие на кнопку «Показать ответ» открывает часть текста, на которой написан ответ на текущую задачу.

Нажатие на кнопку «Сбросить текущий выбор» (возможно только при непустом списке задач) отправляет POST запрос на серверную часть, где текущий документ очищается и страница затем обновляется с новой задачей по текущей тематике.

Нажатие на кнопку «Экспортировать задачи и ответы» отправляет на серверную часть запрос GET, ответом на который является загрузка файла с задачами и ответами.

той же теме, для скрытия/ раскрытия ответа, добавления задачи в список экспорта, очищения списка на экспорт и сам экспорт задач.

Выходные данные представляют из себя отображение задач на экране пользователя в коне браузера или же в случае со списком задач, который возможно экспортировать из веб приложения представляет из себя .zip файл, который в свою очередь содержит 4 файла

- 1 Файл с условием задач в формате .pdf

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 2 Файл с условием задач в формате .tex
- 3 Файл с ответам на задачи в формате .pdf
- 4 Файл с ответами на задачи в формате .tex

3.8.2 Обоснование выбора метода входных и выходных данных.

Взаимодействие с пользователем через нажатие кнопок позволяет генерировать и обновлять выбор задач пользователем с минимальным количеством действий.

Выходные данные были организованы в виде отображения задач т, чтобы у пользователя была возможность оценить, хочет ли он добавлять ту или иную задачу.

Экспорт данных был организован в формате .zip, содержащим 4 файла в форматах указанных в **3.8.1.** , для того, чтобы пользователь имел возможность решать и смотреть ответы к задачам в раздельном порядке.

К файлам формата .pdf были добавлены файлы в формате .tex на случай если пользователь захочет добавить свои какие-то задачи в список, которые не предоставлены в веб приложении.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4 Описание и обоснование выбора технических и программных средств.

4.1 Состав технических и программных средств.

Состав технических средств, необходимых для работы системы:

1 Серверная часть:

- 1.1 Компьютер, оснащенный одноядерным процессором или же более мощным процессором
- 1.2 Рекомендуются от 512 Мб ОЗУ или более
- 1.3 Место на жёстком диске: от 4 Гб
- 1.4 Доступ к интернету
- 1.5 Открытый порт 80
- 1.6 Наличие доступа по ssh

2 Клиентская часть:

- 2.1 Устройство поддерживающее выход в интернет
- 2.2 Рекомендуемая диагональ экрана от 7 дюймов и выше
- 2.3 Мышь или совместимое указывающее устройство и клавиатура или тач-скрин.

4.2 Состав программных средств, необходимых для работы системы.

1 Серверная часть:

- 1.1 Операционная система Linux (Ubuntu 20.04)
- 1.2 Java 11
- 1.3 nginx
- 1.4 Компилятор файлов формата .tex
- 1.5 Языковой пакет для компиляции файлов формата .tex содержащих кириллицу

2 Клиентская часть

- 2.1 Браузер, поддерживающий HTML5 спецификацию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5 Ожидаемые технико-экономические показатели.

5.1 Ориентировочная экономическая эффективность

Для данного проекта подсчёт экономической эффективности не предусмотрен.

5.2 Предполагаемая потребность

Предполагается, что приложением будут пользоваться студенты и преподаватели для практики предоставленных задач по алгебре и/или составления домашних/контрольных работ.

5.3 Преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

Быстрый поиск в интернете выявил следующие отечественные аналоги:

1. Генератор примеров по математике URL: <http://l1158.ru/generator/main.php/>
2. Библиотека Московской Электронной Школы
3. Генератор задач 1Gb URL: <http://generatorzadach.1gb.ru/readme.htm>
4. Android — приложение «Математика: Генератор задач»

Так же уже была проведена аналогичная работа студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана на тему «Генератор контрольных заданий по высшей математике: опыт создания и применения». Однако данные аналоги не затрагивают те же темы для генерации задач, что и данное веб приложение.

Поиск зарубежных аналогов выявил, что самым близким по содержанию задач является «Wolfram Problem Generator».

Темы генерации «Сложение/Вычитание умножение матриц», «Поиск обратной матрицы», «Поиск собственных значений» совпадают с темами данного приложения. Однако они не затрагивают остальные темы веб приложения «Algebrator».

Таким образом, преимуществом приложения «Algebrator» в сравнении с «Wolfram Problem Generator» являются:

1. Темы затрагивают более сложные задачи по курсу алгебры.
2. Возможность генерации листа с задачами без платной подписки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6 Источники

- 1 ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 2 ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 3 ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 4 ГОСТ 19.104-78 Основные надписи. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 5 ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 6 ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 7 ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 8 ГОСТ 19.603-78 Общие правила внесения изменений. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 9 ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 10 Singular value decomposition [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Singular_value_decomposition режим доступа — свободный, дата обращения 25.04.2020
- 11 Gordon Paul, On the rational automorphs of $x_1^2+x_2^2+x_3^2$. Annals of mathematics vol.41, No. 4, October, 1940, 754 — 766. http://zakuski.math.utsa.edu/~kap/Pall_Automorphs_1940.pdf
- 12 Jordan normal form [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Jordan_normal_form. Режим доступа — свободный. Дата обращения 30.04.2020
- 13 Linear algebra for scientific thinkers: Inverse matrix and matrix algebra [Электронный ресурс] URL: <https://people.math.carleton.ca/~kcheung/math/notes/MATH1107/index.html> дата обращения : 26.04.2020

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Терминология

Термин	Определение
Веб приложение	Клиент серверное приложение, в котором клиент взаимодействует с веб сервисом при помощи браузера.
Ранг матрицы	Рангом системы строк (столбцов) матрицы A с m строк и n столбцов называется максимальное число линейно независимых строк (столбцов).
Жорданова нормальная форма	Квадратичная блочно-диагональная матрица, где каждый блок является жордановой клеткой.
QR разложение	Представление матрицы в виде произведения унитарной (или ортогональной матрицы) и верхнетреугольной матрицы.
Ортогональная матрица	Квадратная матрица A с вещественными элементами, результат умножения которой на транспонированную матрицу A^T равен единичной матрице

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Описание классов

Таблица 1.1

Класс	Назначение
TasksController	Класс контроллера, который отвечает на все запросы клиента
Column	Класс столбцов матрицы
Row	Класс рядов матрицы
Matrix	Класс матрицы
DimKer	Класс задач на нахождение размерности ядра и отображения матрицы перехода
FindEigenevalues	Класс задач на нахождение собственных значений
InverseMatrix	Класс задач на нахождение обратной матрицы
JordanCanonical	Класс задач на нахождение жордановой нормальной формы
MatrixAddSubMult	Класс задач на сложение/вычитание или умножение
MatrixPowerN	Класс задач на нахождение n-ой степени матрицы
MatrixProblem	Абстрактный класс задач, содержащих матрицу

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

MatrixProblemFactory	Класс фабрики задач
MatrixRank	Класс задач на нахождение ранга матрицы
OrthogonalDiag	Класс задач на нахождение ортогонального приведение к диагональной форме
Qrdecomposition	Класс задач на QR разложение
RotationAroundAxis	Класс задач на нахождения матрицы поворота и оси вращения
SVDdecomposition	Класс задач на SVD разложение
AlgebraGeneratorApplication	Класс для запуска приложения
TasksDocument	Класс для хранения задач
ExprUtils	Класс дополнительных утилит для объектов с интерфейсом IExpr

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Описание класса TasksController Таблица 2.1

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
document	private	TasksDocument	Хранит список задач на экспорт	
currentProblem	private	MatrixProblem	Хранит текущую задачу	
currentType	private	String	Хранит текущий тип задач	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
greeting	public	String	Map<String, Object>	Перенаправляет пользователя на страницу содержащую задачу на сложение/вычитание умножение матриц

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Поля				
problem	public	String	Map<String, Object>, String	Берет аргумент из запроса и по нему генерирует случайную задачу на тему из аргумента
add	public	String	Map<String, Object>, String	Пост запрос, который добавляет текущую задачу в список на экспорт и обновляет текущую задачу
download	public	ResponseEntity<byte[]>		Создает .tex файлы из задач и ответов, компилирует их в формат .pdf и возвращает для скачивания в формате .zip
createZip	private	void	String, ArrayList<String>, ArrayList<String>	Создает .zip файл на основе путей до файлов, которые в него включены, по определённому пути
getRandomName	private	String	Random	Генерирует случайное имя из 16 цифра для того, чтобы назвать файл с задачами
endSession	public	String		Обновляет документ с задачами в поле, перенаправляет на корневую ссылку
reset	public	String		Обновляет документ с задачами в поле, перенаправляет на корневую ссылку

Описание класса Column Таблица 2.2

Поля			
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение
content	private	ArrayList<Iexpr>	Содержит значения столбца

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

size	private	int	Содержит размер столбца	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
isWeak	public	boolean		Оценивает, достаточно ли ненулевых значений в столбце
Column	public	Column	ArrayList<Iexpr>	Конструктор
mult	Public	Column	IExpr	Умножает содержимое столбца на выражение
add	public	Column	Column,IExpr	Прибавляет к текущему столбцу столбец, умноженный на выражение
getSize	public	int		Получает размер столбца
getContent	public	ArrayList<Iexpr>		Получает список выражений внутри столбца
set	public	void	int,IExpr	Задаёт элемент столбцу по индексу
get	public	IExpr	int	Получаем элемент столбца по индексу
toString	public	String		Переводит столбец в формат строки
toRow	public	Row		Трансформирует столбец в строку

Описание класса Matrix Таблица 2.3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Поля				
Имя	Модификатор доступа		Тип	Назначение
rows	private		ArrayList<Row>	Строки матрицы
cols	private		ArrayList<Column>	Столбцы матрицы
width	private		int	Ширина матрицы
Height	private		int	Высота матрицы
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
Matrix	public	Matrix	ArrayList<Row>	Конструктор
add	public	Matrix	Matrix	Прибавляет одну матрицу к другой и возвращает результат
addRow	public	void	Int,int,IExpr	Добавляет одну строку к другой с коэффициентом
convertRowsToCols	private	void		Переводит строки в столбцы
diag	public	Matrix	Int, ArrayList<Iexpr>	Создает диагональную матрицу с элементами по диагонали
elementaryOpAdd	private	Matrix	Int,int, Iexpr, int	Создает матрицу в которой провели элементарную операцию сложения строк
get	public	IExpr	Int, int	Возвращает элемент матрицы по индексу
getId	private	Int	Int, int, Random	Возвращает случайный индекс строки, отличный от текущего
identity	public	int	Matrix	Создает единичную матрицу

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Поля				
mult	public	Matrix	Matrix	Перемножает две матрицы и возвращает результат
multCurrent	private	void	Matrix	Умножает текущую матрицу и изменяет ее
multRow	public	void	Int, IExpr	Умножает заданный ряд на выражение
ofRank	public	Matrix	Int, int, int, Random	Создает матрицу заданного ранга
orthogonal	public	Matrix	Random, ArrayList<IExpr>	Создает ортогональную матрицу со значениями a,b,c,d для алгоритма
randDiag	public	Matrix	Int, Random	Создает случайную ортогональную матрицу
randomMatrix	public	Matrix	Random, int, int, int, int	Создает случайную матрицу
setCol	private	void	Int, int, IExpr	Задаёт в столбце по индексу, элементу по индексу, значение
simpleShuffle	public	void	Random, int, int	Простая перетасовка, которая не возвращает обратную матрицу
strongShuffle	public	Matrix	Random, int, int, int	Сильная перетасовка, которая возвращает обратную матрицу
weakShuffle	public	Matrix	Random, int, int	Слабая перетасовка, которая возвращает обратную матрицу
sub	public	Matrix	Matrix	Вычитание матриц
swapRow	public	void	Int, int	Меняет местами строки по индексам
toString	public	String		Приводит к виду строки в формате Latex
transpose	public	Matrix		Возвращает транспонированную матрицу от текущей
updateCols	private	void	int	Обновляет значения столбца по индексу

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Описание класса Row Таблица 2.4

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
content	private	ArrayList<IExpr>	Содержимое строки	
size	private	int	Размер строки	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
add	public	Row	Row	Добавляет строку к текущей
add	public	Row	Row, IExpr	Добавляет строку к текущей, умноженной на коэффициент
clone	protected	Object		Клонирует строку
get	public	IExpr	int	Получает элемент строки по индексу
getSize	public	int		Получает размер строки
mult	public	IExpr	Column	Умножает строку на столбец и возвращает выражение
set	public	void	Int, IExpr	Задаёт элементу строке по индексу значение
sub	public	Row	Row	Вычитает из текущей строки строку
toString	public	String		Переводит строку в формат Latex
Row	public	Row	ArrayList<Iexpr>	Конструктор

Описание класса DimKer Таблица 2.4

Поля				
Имя	Модификатор	Тип	Назначение	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

	р доступа			
A	private	Matrix		Матрица из которой происходит переход
B	private	Matrix		Матрица в которую происходит переход
X	private	Matrix		Матрица перехода
rank	private	int		Ранг матрицы перехода
problemText	private	String		Строка с текстом задачи
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
DimKer	public	DimKer	int	Конструктор
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи
initA	private	Matrix		Инициализирует матрицу A
initB	private	Matrix		Инициализирует матрицу B
initX	private	Matrix		Инициализирует матрицу X

Описание класса FindEigenvalues Таблица 2.6

Поля			
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение
eigenvalues	private	ArrayList< IExpr>	Собственные значения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

matrix	private	Matrix	Матрица содержимого задачи	
A	private	Matrix	Невырожденная матрица	
invA	private	Matrix	Обратная матрица матрицы A	
problemText	private	String	Текст задачи	
answerText	private	String	Текс ответа	
Методы				
Имя	Модифи катор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getAnswersContent	public	Stirng		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражение задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса InverseMatrix Таблица 2.7

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
matrix	private	Matrix	Матрица задачи	
inverse	private	Matrix	Обратная матрица матрице задачи	
isInvertible	private	boolean	Определяет, обратима ли матрица задачи	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

				содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражение задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса JordanCanonical Таблица 2.8

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
size	private	int	Размер квадратной матрицы	
jordan	private	Matrix	Жорданова матрица	
problemMatrix	private	Matrix	Матрица задачи	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
generateJordan	private	Matrix		Генерирует Жорданову матрицу
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Описание класса MatrixAddSubMult Таблица 2.9

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
sign	private	String	Знак операции задачи	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
generateSign	private	String		Создает знак операции для задачи
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса MatrixPowerN Таблица 2.10

Поля			
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение
P	private	Matrix	Невырожденная матрица
invP	private	Matrix	Матрица обратная матрице P
Q	private	Matrix	Диагональная матрица
Qn	private	Matrix	Диагональная матрица степени n
A	private	Matrix	Матрица для задачи
width	private	int	Размер матрицы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
createMatrixA	private	void		Создает матрицу A
createMatrixQ	private	void		Создает матрицу Q
createMatrixQn	private	void		Создает матрицу Qn
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса MatrixProblem Таблица 2.11

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
firstTerm	protected	Matrix	Первый член выражения	
secondTerm	protected	Matrix	Второй член выражения	
answer	protected	Matrix	Ответ	
rand	protected	Matrix	Генератор псевдослучайных чисел	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getMatrixValues	protected	String	Matrix	Получение значений матрицы в формате Latex
texExpression	protected	String	String	Получение выражения в формате Latex

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Описание класса MatrixProblemFactory Таблица 2.12

Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getRandomProblem	public	MatrixProblem	Random, int	Получение задачи случайного типа
typeOf	public	MatrixProblem	String, int	Получение задачи определенного типа

Описание класса MatrixRank Таблица 2.14

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
matrix	private	Matrix	Матрица для задачи	
initialMatrix	private	String	Изначальная матрица до перетасовки	
rank	private	int	Ранг матрицы	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Описание класса OrthogonalDiag Таблица 2.15

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
problemText	private	String	Текст задачи	
answerText	private	String	Текст ответа	
T	private	Matrix	Ортогональная матрица	
invT	private	Matrix	Обратная матрица матрице T	
D	private	Matrix	Диагональная матрица с собственными значениями по диагонали	
A	private	Matrix	Матрица для задачи	
n	private	int	Знаменатель ортогональной матрицы	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
createA	private	Matrix		Создает матрицу задачи
createD	private	Matrix		Создает матрицу D
createT	private	Matrix		Создает матрицу T
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку, содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса Qrdecomposition Таблица 2.16

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
Q	private	Matrix	Матрица Q для QR разложения	
R	private	Matrix	Матрица R для QR разложения	
A	private	Matrix	Матрица задачи	
n	private	int	Знаменатель ортогональной матрицы	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
createQ	private	Matrix		Создает ортогональную матрицу Q
createR	private	Matrix		Создает верхнетреугольную матрицу R
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса RotationAroundAxis Таблица 2.17

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
problemText	private	String	Текст задачи	
possibleFractions	private	ArrayList<Iexpr>	Возможные значения дроби для аргумента угла	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

arg	private	IExpr	Аргумент или угол	
A	private	Matrix	Матрица для задачи	
Frac	private	FractionSym	Дробь аргумента	
axis	private	ArrayList<IExpr>	Ось вращения	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
initA	private	Matrix		Инициализирует матрицу задачи
initArg	private	IExpr		Инициализирует аргумент
initAxis	private	ArrayList<IExpr>		Инициализирует ось вращения
getAnswersContent	public	String		Возвращает строку, содержащую выражение ответа
getAnswerText	public	String		Возвращает строку содержащую текст ответа
getProblemContent	public	String		Возвращает строку с выражением задачи
getProblemText	public	String		Возвращает строку с текстом задачи

Описание класса SVDdecomposition Таблица 2.18

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
U	private	Matrix	Ортогональная матрица	
A	private	Matrix	Матрица для задачи	
V	private	Matrix	Ортогональная матрица	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

D	private	Matrix	Диагональная матрица с собственными значениями	
nU	private	int	Делитель ортогональной матрицы U	
nV	private	int	Делитель ортогональной матрицы V	
problemText	private	String	Строка с текстом задачи	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
createD	private	Matrix		Создает матрицу D
createU	private	Matrix		Создает матрицу U
createV	private	Matrix		Создает матрицу V

Описание класса TasksDocument Таблица 2.19

Поля				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Назначение	
text	private	ArrayList<String>	Список с текстами задач	
content	private	ArrayList<String>	Список с содержанием задач	
answers	private	ArrayList<String>	Список с ответами	
Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
addTask	public	void	MatrixProblem	Разбивает задачу и добавляет части по спискам
createTaskTex	public	void	String, String	Создает задачи в формате Latex

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

createTex	public	String	String	Создает задачу в формате Latex по обозначенному пути
documentSolutions	private	String		Создает документ с решениями по адресу
documentTaks	private	String		Создает документ с задачами по адресу
getSize	public	int		Получает размер документа с задачами

Описание класса AlgebraGeneratorApplication Таблица 2.20

Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
main	public	void	String[]	Входная точка приложения

Описание класса ExprUtils Таблица 2.21

Методы				
Имя	Модификатор доступа	Тип	Аргументы	Назначение
getPositiveRandom	public	IExpr	Random, int, int	Получает случайное положительное выражение в пределах
getRandom	public	IExpr	Random, int, int	Получает случайное значение в пределах
getRandomNonNull	public	IExpr	Random, int, int	Получает случайное ненулевое значение в пределах

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.15-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата