

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ  
ПРОГРАММ/MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND PROGRAM COMPLEXES**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.79>

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MAPLE ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ОДНОТИПНЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ЗАДАНИЙ С ОТВЕТАМИ ПО ТЕМЕ ЧАСТНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ**

Научная статья

**Гуломнабиев С.Г.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-5205-0806;

<sup>1</sup> Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, Худжанд,  
Таджикистан

\* Корреспондирующий автор (sardor1967[at]list.ru)

**Аннотация**

В данной статье составлена простейшая программа, которая состоит из набора простых команд Maple. Она может быть использована для подготовки контрольно-измерительных материалов, состоящих из параллельных заданий по теме частные производные функции двух переменных. Также может быть легко модернизирована для составления более сложных заданий. В программе не использованы элементы программирования. Типы функций подобраны простые и разные с точки зрения проверки разных дидактических единиц по выбранной теме. Окончательным результатом программы есть таблица, где приведены 5 функций и 35 чисел, являющиеся значениями самой функции и её частных производных в некоторой точке. Точка подобрана таким образом, чтобы избежать излишние громоздкие вычисления.

**Ключевые слова:** Maple, команда Maple, пакет Maple, функция многих переменных, значения функции, частные производные.

**THE USE OF MAPLE TO CREATE ONE TYPE OF INDIVIDUAL ASSIGNMENTS WITH ANSWERS ON THE  
TOPIC PARTIAL DERIVATIVES OF A FUNCTION OF TWO VARIABLES**

Research article

**Gulomnabiev S.G.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-5205-0806;

<sup>1</sup> Khujand Polytechnic Institute of Tajik technical University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Tajikistan

\* Corresponding author (sardor1967[at]list.ru)

**Abstract**

In this article, a simple programme consisting of a set of simple Maple commands is compiled. It can be used to prepare test materials composed of parallel tasks on the topic of partial derivatives of functions of two variables. It can also be easily upgraded to produce more complex assignments. No programming elements are used in the programme. The types of functions are selected simple and different in terms of testing different didactic units on the selected topic. The final result of the programme is a table with 5 functions and 35 numbers, which are the values of the function itself and its partial derivatives at some point. The point is chosen in such a way as to avoid unnecessary bulky calculations.

**Keywords:** Maple, Maple command, Maple package, function of many variables, function values, partial derivatives.

**Введение**

Современные образовательные учреждения, а также преподаватели отдельных дисциплин, часто сталкиваются с необходимостью быстрого и качественного мониторинга знаний студентов. В связи с этим создание эффективных инструментов для проверки знаний студентов является важной задачей для педагогов и разработчиков образовательных технологий.

В условиях быстрого развития информационных технологий использование автоматизированных систем становится неотъемлемой частью учебного процесса.

По математическим дисциплинам для решения подобного вопроса на помощь приходят системы компьютерной математики (СКА), такие как Maple, Mathematica и другие [1], [2]. Эти программы позволяют не только решать сложные математические задачи, но и создавать задания для студентов, адаптировать их под различные уровни сложности и одновременно подготовить ответы для этих заданий. Например, в Maple можно разработать процедуры для генерации задач с ответами, что позволяет значительно снизить нагрузку на преподавателей и повысить объективность оценки знаний [6].

В статье выбрана тема частные производные функции двух переменных и в СКА Maple разработана программа, состоящая из множества процедур для автоматического составления заданий по этой теме

**Методы и принципы исследования**

Для построения системы и создания заданий сначала была проведена аналитическая работа, включающая изучение теоретических основ данной темы. На основе этого были сформулированы требования к заданиям и подобраны виды задач, которые должны проверять разные дидактические единицы данной темы [3].

Для решения задачи автоматического составления заданий был применен метод математического моделирования. В частности, была разработана математическая модель, представляющая собой функцию с параметрами. Изменяя значения этих параметров, можно генерировать однотипные задания с различными ответами.

Для реализации автоматизированного процесса генерации заданий был использован язык программирования Maple, который предоставляет мощные инструменты для вычислений и создания процедур [4], [5].

### Основные результаты

Maple — это мощная математическая программа, которая используется для выполнения символьных и численных вычислений, построения графиков и анализа данных. Одной из особенностей Maple является его способность эффективно работать с задачами, связанными с генерацией различных однотипных заданий. Это предоставляет преподавателю возможность подбирать задачи, соответствующие уровню студентов, и вносить изменения в процесс обучения на основе анализа результатов выполнения заданий [7], [9].

В статье [6] разработана подобная программа, которая также может быть использована для подготовки параллельных проверочных вариантов с ответами для проведения контрольных работ. В качестве темы контрольной работы в ней выбрана тема «Пределы».

В данной статье мы рассмотрим, как можно использовать Maple для составления заданий с ответами по теме частные производные функции двух переменных. Для решения этой задачи в Maple можно использовать несколько подходов. Один из них, привлечение случайных чисел в качестве коэффициентов или параметров для заданной тип функции [8].

Здесь используется другой подход для решений этой задачи. Задания содержат параметры, которые могут изменяться. Благодаря использованию параметрических зависимостей, как показано в следующем примере, можно легко изменять как трудность задания, так и его вариант. Этот метод позволяет гибко адаптировать задания под разные уровни подготовки и автоматически генерировать различные варианты заданий.

Подробно, рассмотрим этот подход на примере простейшей функции типа

$$f(x, y) = cx^n y^k,$$

где  $c$ ,  $n$  и  $k$  произвольные числа. Придавая числам  $c$ ,  $n$  и  $k$  разные значения получим множество однотипных заданий. Вводим эту функцию в программу Maple следующим образом:

$f := \text{proc}(x, y) \text{ options operator, arrow; } c \cdot x^n \cdot y^k \text{ end proc.}$

Затем создадим простейшие процедуры для вычисления частных производных первого и второго порядка

```
F0 := proc(x, y) f(x, y); end proc;
F1 := proc(x, y) ∂f(x, y)/∂x; end proc;
F2 := proc(x, y) ∂f(x, y)/∂y; end proc;
F3 := proc(x, y) ∂²f(x, y)/∂x²; end proc;
F4 := proc(x, y) ∂²f(x, y)/∂x∂y; end proc;
F5 := proc(x, y) ∂²f(x, y)/∂y∂x; end proc;
F6 := proc(x, y) ∂²f(x, y)/∂y²; end proc;
```

Путем вызова процедур командами

```
F0(x, y), eval(F0(x, y), [x = a, y = b]);
F1(x, y), eval(F1(x, y), [x = a, y = b]);
F2(x, y), eval(F2(x, y), [x = a, y = b]);
F3(x, y), eval(F3(x, y), [x = a, y = b]);
F4(x, y), eval(F4(x, y), [x = a, y = b]);
F5(x, y), eval(F5(x, y), [x = a, y = b]);
F6(x, y), eval(F6(x, y), [x = a, y = b]);
```

можно вывести саму функцию, частные производные первого и второго порядка и также, их значения в некоторой заданной точке ( $a$ ,  $b$ ).

Аналогично, вводим ещё четыре функции

$$g(x, y) = kx^m + my^n$$

$$u(x, y) = (cx^k + ly^m) ((c + 1)x^n + (c + 2)y^l)$$

$$v(x, y) = \frac{cx^l + my^k}{x + y}$$

$$w(x, y) = (x^k + y^m)(x + y)^n$$

Создадим также процедуры для вычисления частных производных первого и второго порядка для всех этих функций.

Далее, внутри самой программы составим таблицу (см. таблицу 1) и результаты процедур заносим в неё. Таблица состоит из 8 столбцов и 5 строк. Строки предназначены для функции

$$f(x, y), g(x, y), u(x, y), v(x, y), w(x, y)$$

соответственно, а столбцы озаглавлены числами от нуля до шести и предназначены для размещения значений выражений

$$f(x, y); \text{diff}(f(x, y), x), \text{diff}(f(x, y), y), \text{diff}(f(x, y), x, x), \\ \text{diff}(f(x, y), x, y), \text{diff}(f(x, y), y, x), \text{diff}(f(x, y), y, y)$$

в некоторой заданной точке ( $a$ ,  $b$ ).

Таблица 1 - Таблица заданий и ответов  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.79.1>

функция	0	1	2	3	4	5	6
$4x^4y^2$	4	-16	-8	48	32	32	8
$2x^4 + 4y^4$	6	-8	-16	24	0	0	48
$(3y^4 + 4x^2)(5x^4 + 6y^3)$	-7	-132	138	732	96	96	-720
$\frac{4x^3 + 4y^2}{x + y}$	0	-6	4	6	-1	-1	0
$(y^4 + x^2)(x + y)^4$	32	-96	-128	256	288	288	544

Числа (a; b) и параметры k ; l ; m ; n определяются в начале программы. Для простоты вычислений в качестве пары чисел (a; b) подобрана точка (-1; -1). В качестве коэффициента c выбрано число 4, (c:= 4), а остальные параметры выражены через число со следующими выражениями:  $k := c/2$ ;  $l := k + 1$ ;  $m := 2*k$ ;  $n := 2 + k$ . Такой подход позволяет предельно упростить составление нового варианта. Для составления нового варианта достаточно обновить значение числа c и запустить программу. В течение нескольких секунд приведенная таблица будет обновлена, что равносильно созданию нового варианта.

Для проведения опроса нужна только окончательная таблица, где имеются сама функция и числа в качестве ответа, что предлагает достаточно широкий диапазон для выставления оценок.

### Обсуждение

Программа создана без привлечения сложных элементов программирования и, следовательно, не требует глубоких знаний в области программирования, что является важным фактором для пользования. Чтобы воспользоваться программой, достаточно скопировать код, вставить в рабочий лист программы Maple, задавать необходимые значения и запустить путём нажатия необходимой клавиши.

Разработанная система автоматизирует процесс создания заданий, что позволяет преподавателям сэкономить время, минимизировать вероятность ошибок в заданиях и обеспечить разнообразие учебных материалов. Это также открывает новые возможности для адаптации учебного процесса под индивидуальные потребности студентов [9], [10].

### Заключение

Использование Maple для автоматического создания математических заданий эффективно упрощает процесс подготовки заданий и оценки знаний студентов. Программа генерирует задания разной сложности, что экономит время преподавателя для составления заданий и повышает эффективность обучения.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Аладьев В.З. Программирование в пакетах Maple и Mathematica / В.З. Аладьев. — Беларусь : Изд-во Гродненского университета, 2011. — 517 с.
2. Азимов Н.С. Методические особенности использования компьютерного моделирования процесса нахождения вероятности повторных испытаний по формуле Бернулли / Н.С. Азимов, А.А. Рахимов // Технические и естественные науки: вчера, сегодня, завтра. — Волгоград : Общество с ограниченной ответственностью "Сфера", 2024. — С. 26–31.
3. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г.Н. Берман. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 492 с.
4. Гуломнабиев С.Г. Исследование устойчивости решений систем линейных дифференциальных уравнений с помощью программы Maple / С.Г. Гуломнабиев // Вестник Таджикского национального Университета. Серия естественных наук. — Душанбе : Издательский центр ТНУ, 2021. — С. 41–52.
5. Гуломнабиев С.Г. Использование программы Maple для исследования изолированных точек покоя систем линейных дифференциальных уравнений / С.Г. Гуломнабиев // Вестник Таджикского национального университета. — Душанбе : Издательский центр Таджикского национального университета, 2023. — С. 252–259.
6. Гуломнабиев С.Г. Об одном применении математического пакета Maple / С.Г. Гуломнабиев // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : материалы национальной (с международным

участием) научно-практической конференции; под ред. И.Г. Ахметовой. — Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2024. — С. 111–115.

7. Рахимов А.А Роль компьютерного моделирования в процессе обучения математике студентов технического вуза/ А.А Рахимов // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе. — Омск : Омский государственный педагогический университет, 2024. — С. 145–150.

8. Дьяконов В.П. Maple 8 в математике, физике и образовании / В.П. Дьяконов. — Москва : СОЛОН=Пресс, 2003. — 656 с.

9. Савотченко С.Е. Методы решения математических задач в Maple : учебное пособие / С.Е. Савотченко, Т.Г. Кузьмичева. — Белгород : Изд. Белаудит, 2001. — 116 с.

10. Таранчук В.Б. Основные функции систем компьютерной алгебры : пособие для студентов фак. прикладной математики и информатики / В.Б. Таранчук. — Минск : БГУ, 2013. — 59 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Aladev V.Z. Programmirovaniye v paketakh Maple i Mathematica [Programming in Maple and Mathematica packages] / V.Z. Aladev. — Belarus : Publishing house of the Grodno University, 2011. — 517 p. [in Russian]

2. Azimov N.S. Metodicheskie osobennosti ispolzovaniya kompyuternogo modelirovaniya protsessa nakhozhdeniya veroyatnosti povtornikh ispitaniy po formule Bernulli [Methodological features of using computer modeling of the process of finding the probability of repeated tests using the Bernoulli formula] / N.S. Azimov, A.A. Rakhimov // Technical and natural sciences: yesterday, today, tomorrow. — Volgograd : Sphere Limited Liability Company, 2024. — P. 26–31. [in Russian]

3. Berman G.N. Sbornik zadach po kursu matematicheskogo analiza [Collection of problems on the course of mathematical analysis] / G.N. Berman. — Saint Petersburg : Lan, 2022. — 492 p. [in Russian]

4. Gulomnabiev S.G. Issledovanie ustoichivosti reshenii sistem lineinikh differentsialnykh uravnenii s pomoshchyu programmi Maple [Studying the stability of solutions to systems of linear differential equations using the Maple program] / S.G. Gulomnabiev // Bulletin of the Tajik National University, Series of Natural Sciences. — Dushanbe : TNU Publishing Center, 2021. — P. 41–52. [in Russian]

5. Gulomnabiev S.G. Ispolzovanie programmi Maple dlya issledovaniya izolirovannykh toчек pokoya sistem lineinikh differentsialnykh uravnenii [UsingTheMaple program for investigation of isolated rest points system of linear differential equations] / S.G. Gulomnabiev // Bulletin of the Tajik National University. — Dushanbe : Publishing Center of the Tajik National University, 2023. — P. 252–259. [in Russian]

6. Gulomnabiev S.G. Ob odnom primeneniye matematicheskogo paketa Maple [About the eponymous application ofTheMaple math package] / S.G. Gulomnabiev // Digital systems and models: theory and practice of design, development and application : materials of the National Scientific-Practical Conference (with international participation); edited by I.G. Akhmetovoi. — Kazan : Kazan State Energy University, 2024. — P. 111–115. [in Russian]

7. Rakhimov A.A Rol kompyuternogo modelirovaniya v protsesse obucheniya matematike studentov tekhnicheskogo vuza[The role of computer modeling in the process of teaching mathematics to students of technical universities] / A.A Rakhimov // Innovative approaches to teaching mathematics in schools and universities. — Omsk : Omsk State Pedagogical University, 2024. — P. 145–150. [in Russian]

8. Dyakonov V.P. Maple 8 v matematike, fizike i obrazovanii [Maple 8 in mathematics, physics and education] / V.P. Dyakonov. — Moscow : SOLON=Press, 2003. — 656 p. [in Russian]

9. Savotchenko S.E. Metodi resheniya matematicheskikh zadach v Maple [Methods for solving mathematical problems in Maple] : tutorial / S.E. Savotchenko, T.G. Kuzmichev. — Belgorod : Belaudit Publishing House, 2001. — 116 p. [in Russian]

10. Taranchuk V.B. Osnovnye funktsii sistem kompyuternoi algebri [Basic functions of computer algebra systems] : a manual for students of the Department of Applied Mathematics and Computer Science / V.B. Taranchuk. — Minsk : BGU, 2013. — 59 p. [in Russian]