

**Применение вычислительного эксперимента
к решению задач с экономическим содержанием
(из опыта работы региональной инновационной площадки)**

Марина Николаевна Симакова

учитель математики высшей категории МАОУ Лицей №1 г.Южно-Сахалинска.
Руководитель методического объединения учителей математики лицея.

Егор Евгеньевич Симаков

учитель информатики высшей категории МАОУ Лицей №1 г.Южно-Сахалинска.
Руководитель методического объединения учителей информатики лицея.

Основная идея вычислительного эксперимента – замена исходного объекта математической моделью и дальнейшее изучение модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов.

Суть вычислительного эксперимента состоит в том, что на основе различных вариантов математических моделей с помощью компьютера проводятся исследования свойств объекта, процесса или системы, находятся их оптимальные параметры, уточняется математическая модель.

Вычислительный эксперимент позволяет получать и уточнять количественные характеристики исследуемого объекта, является орудием поиска неизвестных качественных закономерностей, присущих изучаемым объектам.

В наиболее общем виде этапы вычислительного эксперимента можно представить в виде последовательности технологических операций:

- Построение математической модели.
- Преобразование математической модели.
- Планирование вычислительного эксперимента.
- Построение программной реализации математической модели.
- Отладка и тестирование программной реализации.
- Проведение вычислительного эксперимента.
- Документирование эксперимента.

Задачи с экономическим содержанием – это задачи на вычисления, связанные с кредитованием, а именно нахождением: процентной ставки, суммы долга, суммы переплаты, ежегодных (ежемесячных, еженедельных т.д.) выплат, количество лет. Данные подсчеты экономически целесообразны в связи с тем, что каждый человек при заключении какого-либо договора определяет наиболее выгодные для себя условия. Основные элементы, которые встречаются в таких задачах:

- S – сумма, которую берут в кредит
- r – годовая/месячная ставка
- k – число, показывающее во сколько раз увеличивается сумма S перед банком
($k = 1 + 0,01 * r$)
- x - выплата
- n – количество лет/месяцев, за которое необходимо выплатить кредит
- F – сумма, которую в итоге придется вернуть банк
- P – переплата, равная $F - S$.

Процесс решения математических задач с экономическим содержанием опирается на метод математического моделирования, являющийся основой вычислительного эксперимента. Вычислительный эксперимент - это эксперимент над математической компьютерной моделью объекта, который состоит в том, что по одним параметрам модели вычисляются другие её параметры и на этой основе делаются выводы о свойствах явления, описываемого математической моделью. Первоначально построенная математическая модель оказывается очень сложной. Сложность обусловлена тем, что на ранних этапах исследования нет данных, позволяющих провести упрощение модели. На практике всегда исследуются модели различной сложности, определяются границы их применимости и допустимость упрощений. Созданная программная реализация математической модели используется для изучения законов поведения объектов, испытаний различных режимов работы,

построения управляющих воздействий, поиска оптимальных характеристик. На основании изучения поведения модели либо делается вывод о возможности ее применения для практических нужд, либо принимается решение о проведении дополнительной серии экспериментов и корректировки модели. Тогда весь цикл исследований приходится повторять с начала.

При постановке вычислительного эксперимента в различных областях используются пакеты прикладных программ. Для учащихся старших классов используются программы: *MathCAD (Mathematica)*, *Microsoft Excel*. Выбор этих прикладных программ связан с обращением к ним преподавателей, занимающихся обучением студентов в Вузах. Использование прикладных программ обусловлено еще и тем, что решение математических задач на компьютере с использованием языков программирования намного сложнее для учащихся.

Типы математических задач с экономическим содержанием, решаемые с применением вычислительного эксперимента:

- простые и сложные проценты;
- задачи на равные размеры выплат;
- сокращение остатка на одну долю от целого;
- применение свойства степеней;
- применение математического анализа;
- сравнение величин.

Далее рассмотрены две задачи, при решении которых реализованы этапы математического моделирования.

Задача 1. Площадь помещения, арендуемого Интернет-кафе равна 30 м^2 . Арендная плата составляет 310 д.ед. за 1 м^2 в год. Так как в настоящее время предоставление данной услуги является прибыльным, то арендодатель установил доплату, равную 12% арендной платы в год. Какая сумма будет внесена за пятилетнюю аренду помещения?

Решение:

а). Математическое моделирование

1 этап. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ.

Входные параметры:

арендная плата в год за (д.ед.)- a ;

доплата (%) - p ;

срок аренды - n ;

площадь помещения (m^2) - m .

На выходе должны получить: сумму за 5 лет аренды помещения (д.ед.) - S .

2 этап. Построение математической модели.

Так как площадь арендуемого помещения равна m , то арендная плата за все помещение будет составлять сумму, равную $S_0 = am$ д.ед. в год.

p процентов от S_0 определяется дробью $0.01p * S_0$, т.е. S_0 увеличивается на S_0p ежегодно.

Так как срок аренды равен n годам, то оплата будет составлять сумму, равную: $S = n(S_0 + 0.01p * S_0)$. Получаем математическую модель задачи:

$$S = n * S_0 (1 + 0.01p).$$

3 этап. Исследование модели.

В задаче дано значение каждой переменной, входящей в модель, решение существует, и оно будет единственным.

4 этап. Разработка алгоритма для численного решения.

Зная a и m , вычислим S_0 , а затем S .

5 этап. Численное решение.

$$S_0 = 310 * 30 = 9300$$

$$12 S = 5 * 9300 * (1 + 0,12) = 5 * 9300 * 1,12 = 52080.$$

6 этап. Изучение найденного решения. Уточнение модели.

Итогом решения задачи является ответ на заданный вопрос: какая сумма будет внесена за пятилетнюю аренду помещения?

Ответ: Сумма за пятилетнюю аренду помещения 52080 д.ед.

б). Вычислительный эксперимент в САПР MathCAD Prime 3.1

Метод решения данной задачи с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) MathCAD Prime 3.1 заключается в создании пользовательских функций для вычисления отдельных параметров с использованием системы безмодульного программирования. Изменяя числовые данные, в дальнейшем можно отслеживать влияние тех или иных параметров на итоговый результат.

1. Зададим переменные для входных данных

Начальные данные:	
$S := 30$	площадь (кв.м)
$ArP := 310$	арендная плата
$Dop := 12$	доплата (%)
$T := 5$	срок аренды

2. Создадим функции для вычисления арендной платы за 1 год, доплаты за 1 год и итоговой суммы. В функциях используются переменные: ploshad - площадь помещения, stavka - размер арендной платы за кв.м., arp1 - арендная плата за 1 год, doplata - доплата (%), Tarр - оплата за 1 год, Tdop - доплата за 1 год, Time - время аренды помещения. Параметры функций будут далее заменяться на реальные данные для численного решения.

Арендная плата за 1 год:

$$F_{arp}(ploshad, stavka) := ploshad \cdot stavka$$

Доплата за 1 год:

$$F_{dop}(arp1, doplata) := \frac{arp1 \cdot doplata}{100}$$

Итоговая сумма оплаты:

$$F_{itog}(Tarp, Tdop, Time) := Time \cdot (Tarp + Tdop)$$

3. Вызываем последовательно созданные функции, подставляя необходимые значения.

Численное решение:

$$Resh_{arp} := F_{arp}(S, ArP)$$

$$Resh_{arp} = 9.3 \cdot 10^3$$

$$Resh_{dop} := F_{dop}(Resh_{arp}, Dop)$$

$$Resh_{dop} = 1.116 \cdot 10^3$$

$$Resh_{itog} := F_{itog}(Resh_{arp}, Resh_{dop}, T)$$

$$Resh_{itog} = 5.208 \cdot 10^4$$

в). Вычислительный эксперимент в MS Excel

Используя математическую модель, создадим электронную таблицу для решения задачи, которая позволит провести вычислительный эксперимент по определению влияния исходных числовых параметров на результат.

1. В столбец А внесем текстовую информацию - пояснения для вводимых исходных данных.
2. Столбец В заполним числовыми данными согласно условию задачи.
3. В диапазоне ячеек D1:H6 создадим заготовку для решения задачи.

	A	B	C	D	E	F	G	H
				Год аренды	Арендная плата за текущий год	Доплата за текущий год	Итого за текущий год	Итого за все время
1								
2	Площадь (помещения (кв.м))	30		1				
3	Арендная плата в год (д.ед.)	310		2				
4	Доплата (%)	12		3				
5	Срок аренды	5		4				
6				5				

4. Арендную плату за первый год рассчитаем по формуле: $=B\$3*B\2 .
Доплата за первый год составит $=E2*B\$4/100$. Итого за первый год получим $=E2+F2$.
5. Воспользуемся функцией автозаполнения для вычисления арендной платы, доплаты и итоговой суммы за последующие года.
6. Итого за первый год получим $=G2$, за второй год - $=H2+G3$. Для вычисления итогового результата снова воспользуемся автозаполнением.

	A	B	C	D	E	F	G	H
				Год аренды	Арендная плата за текущий год	Доплата за текущий год	Итого за текущий год	Итого за все время
1								
2	<i>Площадь (помещения (кв.м))</i>	30		1	9300	1116	10416	10416
3	<i>Арендная плата в год (д.ед.)</i>	310		2	9300	1116	10416	20832
4	<i>Доплата (%)</i>	12		3	9300	1116	10416	31248
5	<i>Срок аренды</i>	5		4	9300	1116	10416	41664
6				5	9300	1116	10416	52080

Рассмотренная задача относится к задачам на *простые проценты*, когда исходная величина изменяется с течением времени на одну и ту же величину.

Математическое моделирование можно применять и к решению задач на сложные проценты. *Сложный процент* - процент, начисляемый как на основную денежную сумму, так и на ранее рассчитанные, но не выплаченные проценты.

База для начисления сложных процентов, в отличие от начисления простых процентов, будет возрастать с каждым очередным периодом начисления. Пример решения такой задачи приведен далее.

Задача 2. 15-го января планируется взять кредит в банке на 14 месяцев.

Условия его возврата таковы:

— 1-го числа каждого месяца долг возрастает на $r\%$ по сравнению с концом предыдущего месяца;

— со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;

— 15-го числа каждого месяца долг должен быть на одну и ту же сумму меньше долга на 15 число предыдущего месяца. Известно, что общая сумма выплат после погашения кредита на 15% больше суммы, взятой в кредит. Найдите r .

Решение:

а). Математическое моделирование

1 этап. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ.

Входные параметры:

начальная сумма кредита S_0 ,

процент кредита r ,

срок кредита 14 месяцев;

итоговая сумма выплат S .

На выходе должны получить: процент r , под который взят кредит.

2 этап. Построение математической модели.

Переплата за первый месяц $r/100 * S_0$. По условию, ежемесячный долг перед банком уменьшается равномерно. Этот долг состоит из двух частей: равной постоянной ежемесячной выплаты $S_0/14$, и ежемесячной равномерно уменьшающейся выплаты процентов, равной

$$(r/100) * S_0, 13/14 * (r/100) * S_0, \dots, 2/14 * (r/100) * S_0, 1/14 * (r/100) * S_0.$$

По формуле суммы членов арифметической прогрессии, найдём полную переплату по кредиту или математическую модель задачи:

$$0,15 S_0 = (r/100) * S_0 * (1 + 13/14 + \dots + 2/14 + 1/14)$$

$$0,15 S_0 = (r/100) * S_0 * ((1 + 1/14)/2) * 14$$

$$0,15 S_0 = (3r/40) * S_0$$

3 этап. Исследование модели.

В задаче дано значение каждой переменной, входящей в модель, решение существует, и оно будет единственным.

4 этап. Разработка алгоритма для численного решения.

Зная S_0 , вычислим r .

5 этап. Численное решение.

По условию общая сумма выплат на 15% больше суммы, взятой в кредит, тогда $0,075rS_0 = 0,15S_0$; $r = 2$.

6 этап. Изучение найденного решения. Уточнение модели.

Итогом решения задачи является ответ на заданный вопрос: под какой ежемесячный процент был взят кредит?

Ответ: Ежемесячный процент 2%.

б). Вычислительный эксперимент в MS Excel

Используя построенную выше математическую модель, создадим электронную таблицу для решения данной задачи. Затем с помощью функции подбора параметра определим искомое значение процентной ставки по заданной сумме итоговых выплат.

1. В столбец А внесем текстовую информацию - пояснения для вводимых исходных данных.
2. Столбец В заполним числовыми данными согласно условию задачи. Итоговую сумму выплат согласно условия задачи рассчитаем по формуле $=B\$1+0,15*B\1 . Начальное значение для процентной ставки возьмем равное 5, для кредита - 100000.
3. В диапазоне ячеек D1:F15 создадим заготовку для решения задачи.

	A	B	C	D	E	F
1	Сумма кредита	100000		Месяц	Выплаты за месяц	Итого выплачено
2	Процентная ставка	5		1		
3	Срок кредита	14		2		
4	Итогоговая сумма выплат	115000		3		
5				4		
6				5		
7				6		
8				7		
9				8		
10				9		
11				10		
12				11		
13				12		
14				13		
15				14		

4. Согласно построенной математической модели:

$$\text{выплата за месяц} = \frac{\text{сумма кредита}}{\text{срок кредита}} + \text{процентная ставка} * \text{коэффициент} * \text{сумма кредита}$$

Т.е. выплата за 1 месяц составляет: $=B\$1/B\$3+B\$2/100*(B\$3-D\$2+1)/14*B\1

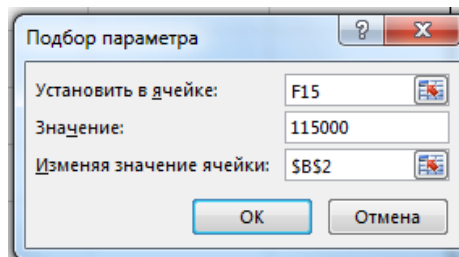
5. С помощью функции автозаполнения рассчитаем выплаты за каждый из последующих месяцев.

6. Вычислим общую сумму выплат к текущему месяцу. Для первого месяца эта сумма совпадает с текущей выплатой, для второго и последующих складывается из выплаты за текущий месяц и предыдущей суммы. Формула для второго месяца имеет вид: $=F2+E3$. С помощью функции автозаполнения вычислим общую сумму выплат до конца периода.

	A	B	C	D	E	F
1	Сумма кредита	100000		Месяц	Выплаты за месяц	Итого выплачено
2	Процентная ставка	5		1	12142,86	12142,857
3	Срок кредита	14		2	11785,71	23928,571
4	Итогоговая сумма выплат	115000		3	11428,57	35357,143
5				4	11071,43	46428,571
6				5	10714,29	57142,857
7				6	10357,14	67500
8				7	10000	77500
9				8	9642,857	87142,857
10				9	9285,714	96428,571
11				10	8928,571	105357,14
12				11	8571,429	113928,57
13				12	8214,286	122142,86
14				13	7857,143	130000
15				14	7500	137500

7. Получим, что через 14 месяцев сумма станет равна 137500. Но по условию задачи итоговая сумма должна превышать начальную на 15%. Т.е. при начальной сумме 100000 и процентной ставке 5% итоговая сумма должна быть равной 115000.

8. С помощью функции «Анализ «что если» / Подбор параметра» определим подходящую процентную ставку. Необходимо установить значение в ячейке F15=115000 (итоговая сумма), изменяя значение в ячейке B2 (процентная ставка).



9. Получим, что процентная ставка должна быть равной 2%.

	A	B	C	D	E	F
1	Сумма кредита	100000		Месяц	Выплаты за месяц	Итого выплачено
2	Процентная ставка	2		1	9142,857	9142,8571
3	Срок кредита	14		2	9000	18142,857
4	Итоговая сумма выплат	115000		3	8857,143	27000
5				4	8714,286	35714,286
6				5	8571,429	44285,714
7				6	8428,571	52714,286
8				7	8285,714	61000
9				8	8142,857	69142,857
10				9	8000	77142,857
11				10	7857,143	85000
12				11	7714,286	92714,286
13				12	7571,429	100285,71
14				13	7428,571	107714,29
15				14	7285,714	115000

в). Вычислительный эксперимент в САПР MathCAD Prime 3.1

Начальные значения

$S := 100000$ сумма кредита
 $P := 2$ процентная ставка
 $T := 14$ срок кредита
 $S_{итог} := S + 0.15 \cdot S = 1.15 \cdot 10^5$ итоговые выплаты

Расчет текущих выплат

$m = 1..T$

$$V_m := \frac{S}{T} + \frac{P}{100} \cdot \frac{T-m+1}{14} \cdot S$$

Расчет итоговых выплат

$$V_{итог}(m_{итог}) := \begin{cases} V_1 & \text{if } m_{итог} = 1 \\ V_{итог}(m_{итог}-1) + V_{m_{итог}} & \text{else} \end{cases}$$

$V_{matrix}_m := V_{итог}(m)$

$V_{matrix} = \begin{bmatrix} 9142.857 \\ 18142.857 \\ 27000 \\ 35714.286 \\ 44285.714 \\ 52714.286 \\ 61000 \\ 69142.857 \\ 77142.857 \\ 85000 \\ 92714.286 \\ 100285.714 \\ 107714.286 \\ 115000 \end{bmatrix}$

Возможен другой, более рациональный вариант проведения вычислительного эксперимента в MathCAD.

$N_summ := 100000$	сумма кредита
$N_time := 14$	срок кредита

$Money(kr_time, kr_summ) :=$	$P \leftarrow 0$ $T \leftarrow kr_time$ $S \leftarrow kr_summ$ $S_itog \leftarrow S + 0.15 \cdot S$ $check \leftarrow 0$ while ($check \neq 1$) $P \leftarrow P + 1$ for $m \in 1..T$ $V_m \leftarrow \frac{S}{T} + \frac{P}{100} \cdot \frac{T-m+1}{14} \cdot S$ $V_itog \leftarrow 0$ for $i \in 1..T$ $V_itog \leftarrow V_itog + V_i$ if ($V_itog = S_itog$) $check \leftarrow 1$ P	начальное значение ставки = 0 T - введенное время S - введенная начальная сумма итоговая сумма check - проверка условия задачи (0-не выполнено, 1-выполнено) 1). Пока условие не выполнено, делаем: 2). Увеличиваем процент на 1 3). Строим вектор текущих выплат по всем месяцам 4). Считаем итоговую выплату за все месяцы 5). Проверяем условие задачи: если выполнилось, меняем check на 1 Выводим результат P - искомая процентная ставка
--------------------------------	---	---

$Money(N_time, N_summ) = 2$

Задача 3. 15 января планируется взять кредит в банке на 24 месяца. Условия его возврата таковы:

- 1-го числа каждого месяца долг возрастает на 3% по сравнению с концом предыдущего месяца;
- со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;
- 15-го числа каждого месяца долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на 15-е число предыдущего месяца.

Известно, что в течение первого года кредитования нужно вернуть банке 466,5 тыс. рублей. Какую сумму планируется взять в кредит?

Решение.

а). Математическое моделирование

1 этап. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ.

Входные параметры:

сумма кредита S рублей;

$$r = 3\%;$$

$$k = 1 + 0,01 \cdot 3 = 1,03;$$

Сумма x за 12 месяцев = 466,5 тыс. рублей

$n = 24$ месяца.

На выходе должны получить: сумму кредита S .

2 этап. Построение математической модели.

С каждым месяцем долг будет уменьшаться в $\frac{n-1}{n}, \frac{n-2}{n}, \dots, \frac{2}{n}, \frac{1}{n}, 0$.

Составим таблицу:

Долг (S^*k)	Выплата	Остаток
S_k	$S_k - \frac{23}{24} S = S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{23}{24} S$
$\frac{23}{24} S_k$	$\frac{23}{24} S_k - \frac{22}{24} S = \frac{23}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{22}{24} S$
$\frac{22}{24} S_k$	$\frac{22}{24} S_k - \frac{21}{24} S = \frac{22}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{21}{24} S$
$\frac{21}{24} S_k$	$\frac{21}{24} S_k - \frac{20}{24} S = \frac{21}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{20}{24} S$
$\frac{20}{24} S_k$	$\frac{20}{24} S_k - \frac{19}{24} S = \frac{20}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{19}{24} S$
$\frac{19}{24} S_k$	$\frac{19}{24} S_k - \frac{18}{24} S = \frac{19}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{18}{24} S$
$\frac{18}{24} S_k$	$\frac{18}{24} S_k - \frac{17}{24} S = \frac{18}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{17}{24} S$
$\frac{17}{24} S_k$	$\frac{17}{24} S_k - \frac{16}{24} S = \frac{17}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{16}{24} S$
$\frac{16}{24} S_k$	$\frac{16}{24} S_k - \frac{15}{24} S = \frac{16}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{15}{24} S$
$\frac{15}{24} S_k$	$\frac{15}{24} S_k - \frac{14}{24} S = \frac{15}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{14}{24} S$
$\frac{14}{24} S_k$	$\frac{14}{24} S_k - \frac{13}{24} S = \frac{14}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{13}{24} S$
$\frac{13}{24} S_k$	$\frac{13}{24} S_k - \frac{12}{24} S = \frac{13}{24} S^{(k-1)} + \frac{1}{24} S$	$\frac{12}{24} S$

Таким образом, имеем формулу в общем виде:

$$S(k-1) \cdot \left(1 + \frac{n-1}{n} + \frac{n-2}{n} + \dots + \frac{2}{n} + \frac{1}{n}\right) + S\text{-сумма выплат.}$$

Применительно к условию задачи получим уравнение:

$$S(k-1) \cdot \left(1 + \frac{23}{24} + \frac{22}{24} + \frac{21}{24} + \frac{20}{24} + \frac{19}{24} + \frac{18}{24} + \frac{17}{24} + \frac{16}{24} + \frac{15}{24} + \frac{14}{24} + \frac{13}{24}\right) + \frac{12}{24} S = 466\,500$$

$$S(k-1) \cdot \frac{222}{24} + \frac{12}{24} S = 466\,500$$

3 этап. Исследование модели.

В задаче дано значение переменной k , входящей в модель, значит, решение существует, и оно будет единственным.

4 этап. Разработка алгоритма для численного решения.

Зная k , вычислим S .

5 этап. Численное решение.

Заменяем k в уравнении:

$$S(1,03-1) \cdot \frac{222}{24} + \frac{12}{24} S = 466\,500$$

$$S \cdot \left(0,03 \cdot \frac{222}{24} + \frac{12}{24}\right) = 466\,500$$

$$\frac{S \cdot 18,66}{24} = 466\,500$$

$$S = \frac{466500 \cdot 24}{18,66}$$

$$S = 600\,000$$

Ответ: 600 000 рублей

6 этап. Изучение найденного решения. Уточнение модели.

Итогом решения задачи является ответ на заданный вопрос: какую сумму планируется взять в кредит?

Ответ: Сумма кредита 600 000 рублей.

б). Вычислительный эксперимент в MS Excel

Используя построенную выше математическую модель, создадим электронную таблицу для решения данной задачи. Затем, аналогично вычислительному эксперименту в задаче 2, с помощью функции подбора параметра определим искомое значение суммы кредита, ориентируясь на заданную сумму выплат после 12 месяцев.

1. В столбец А внесем текстовую информацию - пояснения для вводимых исходных данных.
2. Столбец В заполним числовыми данными согласно условию задачи. Начальное значение для суммы кредита выберем равное 100000.
3. В диапазоне ячеек D1:H25 создадим заготовку для решения задачи.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<i>Сумма кредита (руб.)</i>	600000		<i>Месяц</i>	<i>Долг</i>	<i>Выплата</i>	<i>Остаток</i>	<i>Сумма выплат</i>
2	<i>Процентная ставка (%)</i>	3		1				
3	<i>Срок кредита (мес.)</i>	24		2				
4				3				
5				4				
6				5				
7				6				
8				7				
9				8				
10				9				
11				10				
12				11				
13				12				
14				13				
15				14				
16				15				
17				16				
18				17				
19				18				
20				19				
21				20				
22				21				
23				22				
24				23				
25				24				
26				25				

4. Согласно построенной математической модели:

текущий долг = процентная ставка * коэффициент * сумма кредита

Т.е. долг за 1 месяц составляет: $=B\$1*(1+B\$2/100)*(24-D2+1)/24$

5. Вычислим выплаты за первый месяц:

текущая выплата = процентная ставка * коэффициент * сумма кредита –
– сумма * коэффициент_1

Т.е. выплата за 1 месяц составляет:

$=B\$1*(1+B\$2/100)*(24-D2+1)/24-B\$1*(24-D3+1)/24$

6. Вычислим текущий остаток:

текущий остаток = коэффициент_1 * сумма кредита

Т.е. остаток за 1 месяц составляет: $=B\$1*(24-D3+1)/24$

7. С помощью функции автозаполнения рассчитаем долг, остаток и выплаты за каждый из последующих месяцев.

8. Вычислим общую сумму выплат к текущему месяцу. Для первого месяца эта сумма совпадает с текущей выплатой, для второго и последующих складывается из выплаты за текущий месяц и предыдущей суммы. Формула для второго месяца имеет вид: $=H2+F3$. С помощью функции автозаполнения вычислим общую сумму выплат до конца периода.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Сумма кредита (руб.)	100000		Месяц	Долг	Выплата	Остаток	Сумма выплат
2	Процентная ставка (%)	3		1	103000	7166,667	95833,33	7166,666667
3	Срок кредита (мес.)	24		2	98708,3	7041,667	91666,67	14208,33333
4				3	94416,7	6916,667	87500	21125
5				4	90125	6791,667	83333,33	27916,66667
6				5	85833,3	6666,667	79166,67	34583,33333
7				6	81541,7	6541,667	75000	41125
8				7	77250	6416,667	70833,33	47541,66667
9				8	72958,3	6291,667	66666,67	53833,33333
10				9	68666,7	6166,667	62500	60000
11				10	64375	6041,667	58333,33	66041,66667
12				11	60083,3	5916,667	54166,67	71958,33333
13				12	55791,7	5791,667	50000	77750
14				13	51500	5666,667	45833,33	83416,66667
15				14	47208,3	5541,667	41666,67	88958,33333
16				15	42916,7	5416,667	37500	94375
17				16	38625	5291,667	33333,33	99666,66667
18				17	34333,3	5166,667	29166,67	104833,3333
19				18	30041,7	5041,667	25000	109875
20				19	25750	4916,667	20833,33	114791,6667
21				20	21458,3	4791,667	16666,67	119583,3333
22				21	17166,7	4666,667	12500	124250
23				22	12875	4541,667	8333,333	128791,6667
24				23	8583,33	4416,667	4166,667	133208,3333
25				24	4291,67	4291,667	0	137500
26				25				

в). Вычислительный эксперимент в САПР MathCAD Prime 3.1

Начальные значения	
$N_p := 3$	сумма кредита
$N_{time} := 24$	срок кредита

$Money(kr_time, kr_p) :=$ $\begin{aligned} & S \leftarrow 0 \\ & T \leftarrow kr_time \\ & P \leftarrow kr_p \\ & S_control \leftarrow 466500 \\ & check \leftarrow 0 \\ & \text{while } (check \neq 1) \\ & \quad \text{for } m \in 1..T \\ & \quad \quad S \leftarrow S + 1000 \\ & \quad \quad V_m \leftarrow S \cdot (1 + P \cdot 0.01) \cdot \frac{(T - m + 1)}{T} - S \cdot \frac{(T - m)}{T} \\ & \quad \quad \text{for } m \in 1..T \\ & \quad \quad \quad \text{if } m = 1 \\ & \quad \quad \quad \quad V_itog_m \leftarrow V_1 \\ & \quad \quad \quad \text{else} \\ & \quad \quad \quad \quad V_itog_m \leftarrow V_itog_{m-1} + V_m \\ & \quad \quad \quad \text{if } (V_itog_{12} \geq S_control) \\ & \quad \quad \quad \quad check \leftarrow 1 \\ & \quad S \end{aligned}$	<p>S - начальное значение предполагаемой суммы кредита = 0 T - введенное время P - введенная процентная ставка S_control - контрольная сумма выплат после 12 месяцев check - проверка условия задачи (0-не выполнено, 1-выполнено)</p> <ol style="list-style-type: none"> Пока условие не выполнено, делаем: Увеличиваем сумму кредита на 1000 Строим вектор текущих выплат по всем месяцам Считаем итоговую выплату за все месяцы Проверяем условие задачи: если выполнилось, меняем check на 1 <p>Выводим результат S - искомая сумма кредита</p>
--	--

$Money(N_{time}, N_p) = 6 \cdot 10^5$

Анализ математических моделей с помощью вычислительного эксперимента с каждым годом становится все более значимым. В 1982 г. Нобелевская премия по физике была присуждена К. Вильсону за ряд фундаментальных моделей в теории элементарных частиц и критических явлений, которые надо исследовать численно. В 1979 г. Нобелевской премией по медицине удостоена работа в области вычислительной томографии (восстановление объёмного предмета по набору его сечений). В 1982 г. Нобелевскую премию по химии получила работа, в которой методами вычислительной томографии восстанавливалась структура вируса по данным электронной микроскопии.

Каждая из этих работ приводит к постановке серьезных математических задач, для решения которых необходим вычислительный эксперимент.

Использование метода вычислительного эксперимента при решении математических задач с экономическим содержанием позволяет:

1. Организовать творческую, исследовательскую деятельность учащихся. Возможности, предоставляемые программами *MathCad*, *Mathematica*, *Microsoft*

Excel (автоматизация вычислений, построение графиков, диаграмм, динамичное представление информации), позволяют усилить мотивацию учения.

2. Реализовать связь теории с практикой (основой вычислительного эксперимента является математическое моделирование, теоретической базой - прикладная математика).

3. Уделить внимание следующим этапам математического моделирования: постановке экономической проблемы и ее качественному анализу, построению математической модели, исследованию модели, изучению найденного решения. Модели, отраженные на компьютере, потребуются учащимся при решении не одной задачи. Это приведет к повышению интереса, вызванного потребностью сохранять сделанную на уроке работу для дальнейшего ее использования.

4. Сформировать алгоритмическую культуру учащихся.

5. Визуализировать учебную информацию, представить ее в виде графиков, диаграмм. Позволит показать геометрические объекты в динамике, проиллюстрировать процесс изменения геометрических объектов с изменением значений параметров.

6. Высвободить учебное время за счет выполнения на компьютере трудоемких вычислительных работ и деятельности связанной с числовым анализом.

Таким образом, компьютер выступает как средство, повышающее эффективность обучения.

Список использованных источников:

1. Анеликова, Л.А. Лабораторные работы по Excel / Л.А. Анеликова. – М.: Солон-Пресс, 2016. – 112с.
2. Воскобойников, Ю.Е., Задорожный, А.Ф. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD / Ю.Е. Воскобойников, А.Ф. Задорожный - СПб.: Издательство Лань, 2016 . - 224 с.
3. Газизова, Г.Х. Обучение методам решения задач с экономическим содержанием /Г.Х. Газизова. – М.: Профи, 2017. -67 с.
4. Нателаури, Н.К. Методика решения задач с экономическим содержанием на факультативных занятиях по математике в старших классах средней школы с использованием вычислительного эксперимента / Н.К. Нателаури. – Электронный ресурс <http://diss.rsl.ru/diss> - М.: РГБ, 2006 – 111 с.
5. Тишин, В.И. Информатика и математика в 3 частях / В.И. Тишин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019. - 240с., 112 с., 364 с.
6. Старцева, Н. А. Информационные технологии на уроках математики / Н.А. Старцева. – М.: Институт электронных программно-методических средств обучения РАО, 2010. – 150 с.
7. Сулейманов, Р.Р. Компьютерное моделирование математических задач / Р.Р.Сулейманов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 381с.
8. Федорова, Ю.В. Организация учебной деятельности учащегося в естественнонаучных предметах на базе применения средств информационных и телекоммуникационных технологий / Ю.В. Федорова // Сборник Международной научно-практической конференции «Информатизация образования школа XXI века» Турция, Белек. – 365 с.