DOI: 10.17117/na.2015.11.04.275

Поступила (Received): 24.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.04.275.pdf>

Лажауникас Ю.В., Кочегарова О.С. Приложение численных методов к вычислению дозы радиации, получаемой при авиаперелете

Lazhauninkas Yu.V., Kochegarova O.S. The application of numerical methods to calculation of a dose of radiation received at air flight

Рассмотрено вычисление дозы радиации, получаемой при авиаперелете, с помощью численных методов. Представлен метод трапеций и его реализация в табличном процессоре Excel

Ключевые слова: доза радиации, метод трапеций, Excel

Consider the calculation of the dose of radiation received during the flight, using numerical methods. The method of trapezoids and its implementation in tabular processor Excel

Key words: dose of radiation, the method of trapezoids, Excel

Лажауникас Юлия Владимировна
Кандидат педагогических наук, доцент
Саратовский государственный аграрный
университет им. Н.И. Вавилова
г. Саратов, Театральная пл., 1

Lazhauninkas Yuliya Vladimirovna
Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
Saratov state agricultural university named N.I.
Vavilov
Saratov, Teatralnaya sq., 1

Кочегарова Ольга Сергеевна
Кандидат педагогических наук, доцент
Саратовский государственный аграрный
университет им. Н.И. Вавилова
г. Саратов, Театральная пл., 1

Kochegarova Olga Sergeevna
Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
Saratov state agricultural university named N.I.
Vavilov
Saratov, Teatralnaya sq., 1

Различают два вида зависимостей между явлениями или процессами: функциональную и стохастическую. Функциональная зависимость подразумевает наличие однозначного отображения множества значений исследуемых величин. Так как мы существуем в пространстве и времени, то и всё окружающее нас изменяется или в пространстве или во времени. Это означает, что аргументом x функции у интересующих нас процессов чаще всего являются длина или время. Например, исходя из физического смысла производной функции, пройденный путь – это определенный интеграл функции скорости (аргумент – время); исходя из геометрического смысла определенного интеграла, площадь плотины – это определенный интеграл функции высоты (аргумент – длина) и т.д.

При изучении реальных явлений сказывается влияние многих незначительных факторов – это есть проявление стохастической зависимости.

Рассмотрим одну из функциональных зависимостей, например, пусть это будет накопленная доза радиации при авиаперелёте. Допустим, был проведен такой эксперимент: человек с дозиметром летел на самолёте из пункта А в пункт Б и периодически измерял дозиметром мощность дозы радиации (измеряется в микрозивертах в час). Задача заключается в том, чтобы определить полученную дозу радиации за время перелета.

По результатам измерений получены данные, представленные в таблице:

Время измерения, ч:м	Мощность дозы, мкЗв/час	Время измерения, ч:м	Мощность дозы, мкЗв/час	Время измерения, ч:м	Мощность дозы, мкЗв/час
17:30	0,04	18:09	3,4	18:48	3,67
17:31	0,04	18:10	3,45	18:49	3,67
17:32	0,04	18:11	3,48	18:50	3,68
17:33	0,04	18:12	3,5	18:51	3,67
17:34	0,04	18:13	3,5	18:52	3,68
17:35	0,04	18:14	3,5	18:53	3,68
17:36	0,04	18:15	3,52	18:54	3,69
17:37	0,04	18:16	3,5	18:55	3,68
17:38	0,04	18:17	3,49	18:56	3,69
17:39	0,04	18:18	3,51	18:57	3,7
17:40	0,05	18:19	3,53	18:58	3,7
17:41	0,08	18:20	3,52	18:59	3,68
17:42	0,1	18:21	3,51	19:00	3,4
17:43	1,12	18:22	3,54	19:01	2,8
17:44	1,14	18:23	3,54	19:02	1,07
17:45	1,16	18:24	3,55	19:03	1
17:46	1,18	18:25	3,56	19:04	1
17:47	1,5	18:26	3,55	19:05	0,93
17:48	1,9	18:27	3,55	19:06	0,87
17:49	2,1	18:28	3,57	19:07	0,87
17:50	2,35	18:29	3,58	19:08	0,85
17:51	2,38	18:30	3,58	19:09	0,86
17:52	2,4	18:31	3,6	19:10	0,84
17:53	2,45	18:32	3,63	19:11	0,84
17:54	2,5	18:33	3,65	19:12	0,7
17:55	2,53	18:34	3,62	19:13	0,68
17:56	2,6	18:35	3,63	19:14	0,61
17:57	2,72	18:36	3,64	19:15	0,6
17:58	2,8	18:37	3,64	19:16	0,5
17:59	3	18:38	3,64	19:17	0,49
18:00	3	18:39	3,62	19:18	0,47
18:01	3,03	18:40	3,62	19:19	0,47
18:02	3,1	18:41	3,65	19:20	0,4
18:03	3,21	18:42	3,64	19:21	0,39
18:04	3,28	18:43	3,66	19:22	0,38
18:05	3,32	18:44	3,66	19:23	0,33
18:06	3,33	18:45	3,67	19:24	0,3
18:07	3,35	18:46	3,67	19:25	0,2
18:08	3,38	18:47	3,66	19:26	0

Для решения поставленной задачи необходимо определить площадь фигуры под графиком функции мощности дозы $M(t)$ в зависимости от времени t (рис. 1), которая является криволинейной трапецией. Тогда накопленная доза радиации за время перелета равна $\int_t^T M(t)dt$, где t – начальное время, T – конечное время, $M(t)$ – мощность дозы радиации. Вычислять интеграл мы будем самым простым, но довольно точным методом – методом трапеций.

Рис. 1

Суть метода заключается в следующем: разобьем криволинейную трапецию на произвольное количество элементарных трапеций. Площадь трапеции определяется как полусумма оснований, умноженная на высоту. Основания в нашем случае – это измеренные значения мощности дозы за 2 последовательных промежутка времени, а высота – это разница времени между двумя измерениями. Сумма площадей этих элементарных трапеций и будет искомым интегралом.

Введем исходные данные в рабочую книгу Excel. В столбец A внесем данные о времени. В ячейку A1 введем текст “Время, ч:м”. Так как шаг изменения времени равен 1 минуте, то для ускорения ввода данных можем воспользоваться автозаполнением. В столбец B внесем данные о мощности дозы радиации. С помощью Мастера диаграмм построим график мощности дозы радиации.

В условиях нашей задачи измерения мощности дозы радиации даётся в мкЗв/час. Переведём это в мкЗв/мин, так как данные даются с периодичностью 1 раз в минуту. Это нужно для согласования единиц измерения. Мы не можем брать интеграл по времени, измеряемому в минутах, от величины, измеряемой в часах.

СТАНДОТКЛОН.Г			
X ✓ fx =B2/60			
	A	B	C
1	Время, ч:м	Мощность дозы, мкЗв/час	Мощность дозы, мкЗв/мин
2	17:30	0,04	=B2/60
3	17:31	0,04	0,000666667
4	17:32	0,04	0,000666667
5	17:33	0,04	0,000666667
6	17:34	0,04	0,000666667
7	17:35	0,04	0,000666667
8	17:36	0,04	0,000666667
9	17:37	0,04	0,000666667
10	17:38	0,04	0,000666667
11	17:39	0,04	0,000666667
12	17:40	0,05	0,000833333
13	17:41	0,08	0,001333333
14	17:42	0,1	0,001666667
15	17:43	1,12	0,018666667

Рис. 2

Для перевода разделим мощность дозы в мкЗв/час построчно на 60. Добавим ещё один столбец в нашу таблицу. В ячейку C2 вносим формулу: =B2/60. Далее с помощью маркера автозаполнения копируем эту формулу на все остальные ячейки в столбце C (рис. 2).

Теперь нужно найти площади трапеций за каждый промежуток времени. В столбце D будем вычислять площади трапеций. Полусумма оснований – это половина суммы двух последовательных мощностей дозы из столбца C. Так как данные идут с периодом 1 раз в минуту, а мы берём интеграл по времени, выраженному в минутах, то высота каждой трапеции будет равна единице (разница времени между каждыми двумя последовательными измерениями, например, 17ч. 31м. – 17ч. 30м. = 0ч. 1м.).

Получаем формулу в ячейке D3: =1/2*(D2+D3)*1. Очевидно, что «*1» можно не писать, но это сделано для полноты картины. Рисунок 3 поясняет всё более наглядно.

СТАНДОТКЛОН.Г ✕ ✓ f_x $=1/2*(C2+C3)*1$				
	A	B	C	D
1	Время, ч:м	Мощность дозы, мкЗв/час	Мощность дозы, мкЗв/мин	Доза, мкЗв
2	17:30	0,04	0,000666667	
3	17:31	0,04	0,000666667	$=1/2*(C2+C3)*1$
4	17:32	0,04	0,000666667	0,000666667
5	17:33	0,04	0,000666667	0,000666667
6	17:34	0,04	0,000666667	0,000666667
7	17:35	0,04	0,000666667	0,000666667
8	17:36	0,04	0,000666667	0,000666667
9	17:37	0,04	0,000666667	0,000666667
10	17:38	0,04	0,000666667	0,000666667
11	17:39	0,04	0,000666667	0,000666667
12	17:40	0,05	0,000833333	0,00075
13	17:41	0,08	0,001333333	0,001083333
14	17:42	0,1	0,001666667	0,0015
15	17:43	1,12	0,018666667	0,010166667

Рис. 3

Аналогично, с помощью маркера автозаполнения, копируем формулу на весь столбец. Теперь в каждой ячейке столбца D посчитана накопленная доза за 1 минуту полёта.

Осталось найти сумму вычисленных площадей трапеций. Можно в ячейке G2 использовать формулу $=\text{СУММ}(D3:D118)$, это и будет искомым интегралом – сумма всех значений в столбце D.

Рис. 4

Так же можно определить накопленную дозу в разные моменты времени полёта. Для этого в ячейку E4 вносим формулу: =СУММ(D\$3:D4) и маркером автозаполнения копируем на весь столбец E. Обозначение «D\$3» предписывает Excel не менять индекс первой ячейки, от которой ведётся счёт.

Построим диаграмму типа график по столбцам E и A, то есть график изменения накопленной дозы радиации во времени [1]. Наглядно видно увеличение интеграла и окончательное значение накопленной за двухчасовой полёт дозы радиации равно примерно 4,5 микрозиверт.

Список используемых источников:

1. Кочегарова О.С., Лажануинкас Ю.В. Построение диаграммы Парето в среде табличного процессора Excel для анализа статистических исследований // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития. Тамбов, 2014. С. 73-75.

© 2015, Лажануинкас Ю.В., Кочегарова О.С.
Приложение численных методов к вычислению
дозы радиации, получаемой при авианерелете

© 2015, Lazhauninkas Yu.V., Kochegarova O.S.
The application of numerical methods to calculation
of a dose of radiation received at air flight