* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)6 мая 2020 в 00:25

Я не знаю, что делать. Сейчас проверяются все страны подряд. Я вам больше скажу. Похоже, что изначальная мысль о том, что мы на процентных графиках действительно часть инфицированных все больше подтверждается. Сейчас идет проверка по штатам Америки, и будет сопоставление с общим графиком.

Для меня это пока просто мат. задачка.

* [Andy\_U](https://habr.com/users/Andy_U/)6 мая 2020 в 00:13

Так ясно же что разные результаты будут. Если уже на 1-м шаге не совпадает, то чего следует ожидать на 50? По моему ваши графики это показывают.

Там были мелкие отличия, в третьем знаке, но ладно. А дальше то что вам теперь делать?

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 23:56

Я пробовал ее аналитически через t выразить. Это не возможно. Только если исключить t из формулы подставив вместо него 1 все работает.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 23:54

Моя формула работает только на шаге в один день. В этом вся суть.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 23:53

Так ясно же что разные результаты будут. Если уже на 1-м шаге не совпадает, то чего следует ожидать на 50? По моему ваши графики это показывают.

* [Andy\_U](https://habr.com/users/Andy_U/)5 мая 2020 в 23:47

Уже разные значения на первом шаге.

Теперь попробуйте, сделайте шагов 50 по вашей формуле, а потом подставьте результат в начальное уравнение. А потом мое решение для t=50 в то же уравнение.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 23:44

Знаете я много ошибаюсь, это нормально, когда что-то пробуешь и проверяешь. Можно я попробую встать на вашу сторону и посмотреть критическим взглядом вместе с вами. Сложно найти огрехи в том, что делаешь и вы действительно можете помочь.

P.S. Картинки я загружаю на [web.habrastorage.org](https://web.habrastorage.org/)

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 23:36

Смотрите по вашей формуле:

P(t) = D\*LambertW(P(0)\*R0\*t\*exp(t\*(R0 — 1)/D)/D)/(R0\*t)

возьмем модельные данные

D = 10
R0 = 3
t = 0
P(0) = 0,1

и посчитаем на следующий день (до компьютера с «математикой» идти лень, я на WolframAlpha), т.е t = 1

P(1) = 10\*LambertW(0.1\*3\*1\*exp(1\*(3-1)/10)/10)/(3\*1) ~ 0.117895829889206620514266865139339421913954491208811392615…



по моей формуле

P(1) = P(0)\*exp((R0\*(1 — P(**0**)) — 1)/D)

P(1) = 0.1\*exp((3\*(1 — 0.1) — 1)/10) ~ 0.1185304851320365514028852764369259444533629848437640


Уже разные значения на первом шаге.

По поводу достижения Rt = 1. Это переломный пункт во время которого начинает угасание эпидемии, но это не ее окончание. Окончание именно при Rt = 0. Это формула не моя. Если хотите найду источник.

Суть избавления от t как раз в том, мы в этот момент Rt и не знаем и вычислить не можем. Но знаем как что комбинацию t и Rt можно выразить через P(current). В этом то и вся «фишка» этого метода.

* [Andy\_U](https://habr.com/users/Andy_U/)5 мая 2020 в 20:35

Можно к решению дифференциальных уравнений мы вернемся позже. Статья научно-популярная и была бы ими сильно перегружена, но вы правы без них там никак. Вы не против если мы начнем с формулы и вернемся к уравнениям позже?

Я не вижу большого смысла. Эпидемия — процесс непрерывный, динамический (если забыть про стохастичность на совсем уж маленьких временных интервалах. Это совсем не цепь Маркова. Но,
ладно, повторю еще раз. Ниже ваша четвертая по порядку формула в статье:

R(t) = R0\*(1 — P(t))

В статье слева — именно R(t) хотя в вашем комментарии вы пишите что «Закономерность P\_t = R\_0(1-P\_t) выводится довольно просто»? Тогда уж сразу, ваше утверждение в том же комментарии чуть ниже, что «в конце эпидемии: P\_end = 1, R\_t = 0» не верно — во всех эпидемиях заболевают совсем не все жители. Проехали.

Далее, вот ваша девятая формула (которая после текста «или после упрощения»):

P(t) = P(0)\*exp(t\*(R(t) — 1)/D)

После чего вы очень странным способом пытаетесь найти зависимость P от времени неким рекуррентным способом. Однако, если подставить первую из процитированных формул во вторую, то получившееся уравнение;

P(t) = P(0)\*exp(t\*(R0\*(1 — P(t)) — 1)/D)

имеет аналитическое решение:

P(t) = D\*LambertW(P(0)\*R0\*t\*exp(t\*(R0 — 1)/D)/D)/(R0\*t)

Возьмите Maple или Matamatica и проверьте. Я на всякий случай в своем коде проверил…

Далее:

Проверьте, пожалуйста, шаг в вашей формуле precize и residuial.

Там нет никакого шага по времени. функция precise вычисляет формулу выше. А residual для каждого дня (1, 2, 3) подставляет результат precise в исходное уравнение и выводит точность решения.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 12:05

Проверьте, пожалуйста, шаг в вашей формуле precize и residuial.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 10:21

По поводу насыщения в области P ~ 0,71. Это биологическая закономерность выраженная формулой:

P\_sat = 1-1/R\_0

Причина этого довольно проста: достижение точки в которой R\_t = 1

Закономерность P\_t = R\_0(1-P\_t) выводится довольно просто:

Т.к. P\_t — это количество переболевших в момент времени t, без учета восприимчивости, то

в начале эпидемии: P\_0 = 0, R\_t =R\_0
в конце эпидемии: P\_end = 1, R\_t = 0

Получаем линейную зависимость откуда можно найти

P\_sat = 1-1/R\_0, P\_t = 1

Это достаточно давно известный в биологии факт.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 10:09

По стилю написания вы неплохо разбираетесь в математике. Давайте я сделаю выкладки, а вы проверите.

К сожалению здесь весьма ограниченные возможности работы с текстом для написания формул. Тем не менее попробую:

P\_next = P\_current e^((R\_0(1-P\_current)-1)/D)

В общем виде P зависит от t: P(t) и действительно мне хотелось найти эту функцию в аналитическом виде, но к сожалению пока не удалось.

Обозначу для упрощения выражений

R = R\_0
y = P\_next = P(t+1)
x = P\_current = P(t)

y = xe^((R(1-x)-1)/D)

a = R/D
b = 1/d

y = xe^(a(1-x)-b)
y = xe^(a-ax-b)

c = a-b

y = xe^(c-ax)

y = x (e^c)(e^(-ax))

k = e^c
g = e^(-a)

y = k x g^x

Функция Ламберта ищет обратную к

y = xe^x

Можно ли применять ее в данном случае я не совсем уверен.

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 08:18

Можно к решению дифференциальных уравнений мы вернемся позже. Статья научно-популярная и была бы ими сильно перегружена, но вы правы без них там никак. Вы не против если мы начнем с формулы и вернемся к уравнениям позже?

Итоговая формула должна рассчитывать сумму детектированных случаев сделанных на основе PCR тестов или общее количество заболевших в популяции. Если первый случай мы можем проверить, то для второго необходимо знать соотношение позитивных на основе PCR к действительно заболевшим. Я действительно сделал ошибку предположив, что значение показанное на графиках показывает эту величину. Это не верно и я это признаю.

Значения, которые мы получаем на основе расчетов формулы, являются процентом (частью) того количества людей, которые являются позитивными на основе PCR тестов и **не скорректирована** на некий коэффициент **ratio**, который я по глупости посчитал отношением позитивных на основе PCR к действительно заболевшим.

Я не совсем понял вашу мысль насчет применимости функции LambertW в контексте данного исследования. Не могли бы вы пояснить свою мысль?

* [vitminc](https://habr.com/users/vitminc/)5 мая 2020 в 07:59

Еще раз спасибо Энди. Уважаю ваше стремление разобраться. Я к вашим услугам.