Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»
КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Лабораторная работа № 5

Дисциплина	Моделирование.
Тема	Исследование математической модели на основе технологии вычислительного эксперимента
Студент	Сиденко А.Г.
Группа	ИУ7-63Б
Оценка (баллы)	
Преподаватель	Градов В.М.

Москва, 2020 г.

Цель работы: Получение навыков проведения исследований компьютерной математической модели, построенной на квазилинейном уравнении параболического типа. Исследование проводится с помощью программы, созданной в лабораторной работе №4.

Все величины как в лабораторной 4, кроме

$$F(t) = \frac{F_{max}}{t_{max}} t \cdot exp\Bigg(- \bigg(\frac{t}{t_{max}} - 1 \bigg) \Bigg)$$

где
F_{max} – амплитуда импульса потока
t_{max} – время достижения амплитуды

Результаты

1. Провести исследование по выбору оптимальных шагов по времени и пространству. Шаги должны быть максимально большими при сохранении устойчивости разностной схемы и заданной точности расчета.

   Точность расчета будем оценивать, уменьшая шаги и наблюдая сходимость решений, как это делалось в лабораторной работе №1.

   Шаг по пространству:

1	0.5	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
314.134	324.927	333.636	333.746	333.680	333.572	330.172
340.435	360.669	372.647	372.843	372.669	372.407	369.380
363.704	396.550	412.565	412.814	412.508	412.074	408.204
388.004	431.798	451.827	452.101	451.653	451.042	445.997
412.416	462.311	489.792	490.073	489.479	488.692	482.373
432.714	493.581	522.353	522.650	521.939	521.010	513.622
453.870	520.006	555.163	555.454	554.619	553.545	545.047
475.214	547.562	587.208	587.481	586.521	585.303	575.693
496.351	575.098	618.114	618.363	617.279	611.426	600.967
512.684	602.056	643.292	643.554	642.379	642.865	626.833
529.749	623.028	669.018	669.259	667.987	667.474	652.372
547.099	644.986	694.400	694.613	693.244	692.224	677.208
564.425	667.129	719.077	719.258	717.792	716.443	701.159

751.036	910.564	982.458	982.371	979.927	977.086	954.572
757.637	918.648	990.338	990.224	987.747	984.872	962.106
764.078	926.468	997.882	997.741	995.233	992.324	969.309
770.337	933.997	1005.075	1004.907	1002.367	999.426	976.168
776.397	941.214	1011.904	1011.712	1009.141	1006.168	982.672
782.244	948.104	1018.365	1018.148	1015.547	1012.543	988.816
787.865	954.654	1024.453	1024.213	1021.583	1018.549	994.598
793.250	960.857	1030.168	1029.905	1027.248	1024.185	1000.01
798.393	966.708	1035.511	1035.227	1032.543	1029.453	1005.07

Таким образом, оптимальный шаг $h = 0.1$.

Шаг по времени:

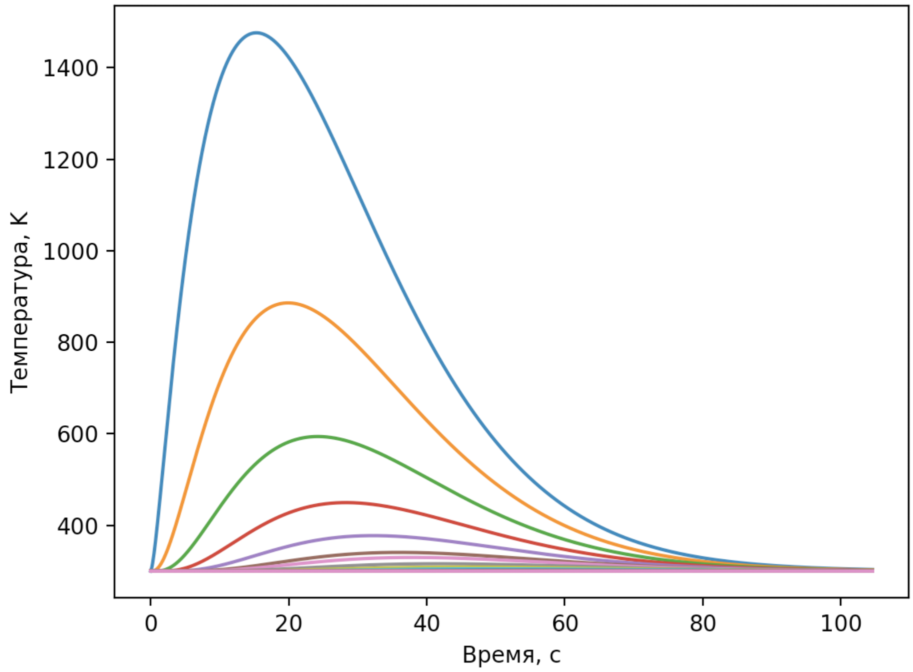
1	0.5	0.1	0.05	0.01
643.292	615.493	551.925	551.675	551.475
535.182	508.377	447.830	447.617	447.446
461.065	437.637	385.415	385.229	385.080
410.489	391.050	348.572	348.414	348.287
375.976	360.331	327.135	327.005	326.901
352.375	340.024	314.856	314.754	314.672
336.190	326.564	307.952	307.876	307.814
325.058	317.624	304.154	304.099	304.054
317.379	311.679	302.114	302.076	302.045
312.069	307.724	301.048	301.022	301.002
308.389	305.094	300.505	300.489	300.476
305.834	303.348	300.237	300.227	300.220
304.057	302.191	300.108	300.102	300.098
302.821	301.427	300.048	300.045	300.042

Таким образом, оптимальный шаг $\tau = 0.1$.

Рассмотрим влияние на получаемые результаты амплитуды импульса и времени.

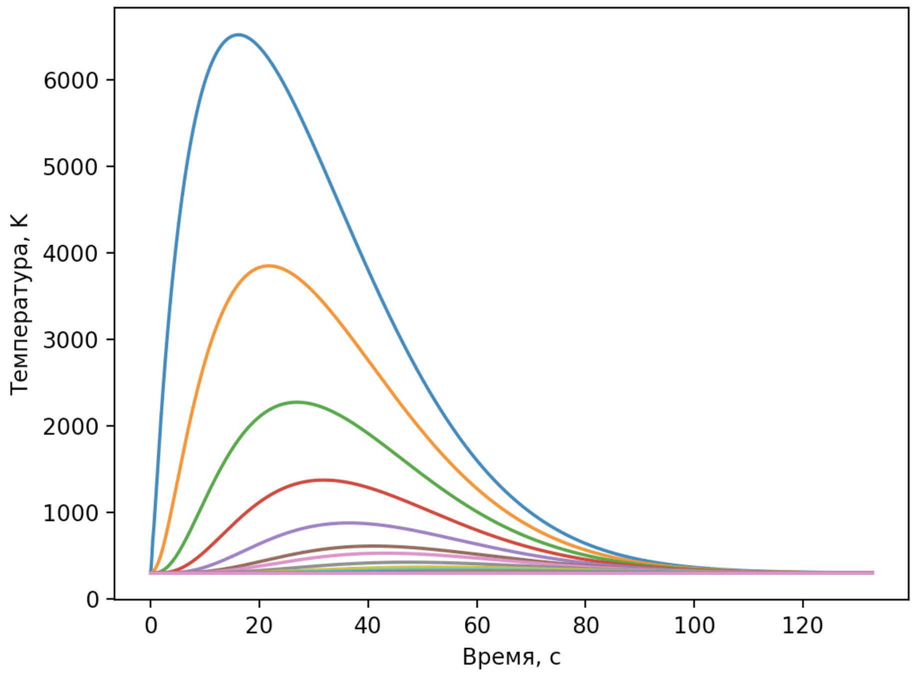
$F_{max} = 100$

$t_{max} = 10$



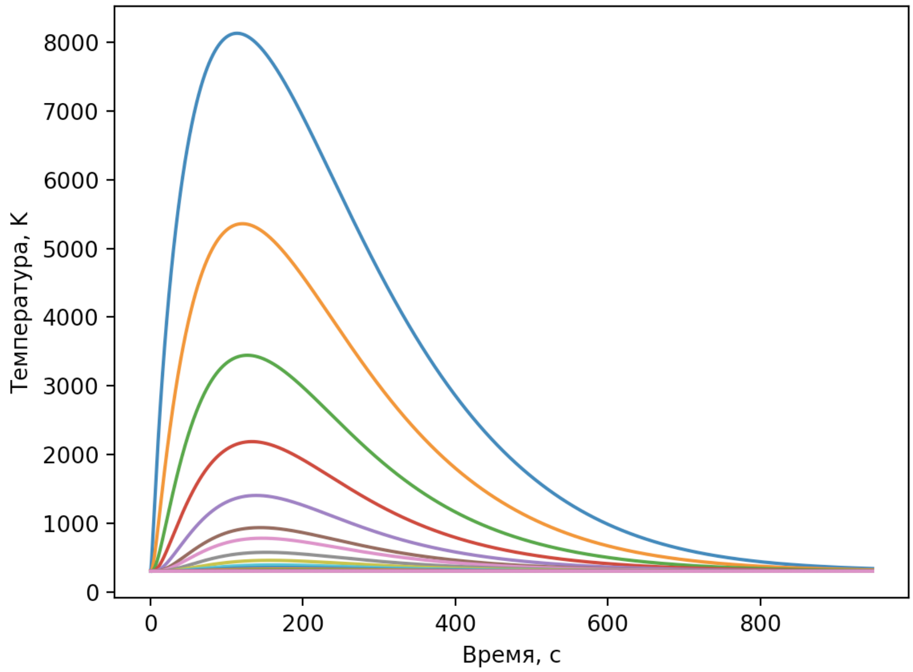
$F_{max} = 1000$

$t_{max} = 10$



$F_{max} = 1000$

$t_{max} = 100$



Таким образом, при увеличении F_{max} возрастает и максимальная температура стержня. При изменении t_{max} меняется время импульса, соответственно меняется время достижения точки с максимальной температурой.

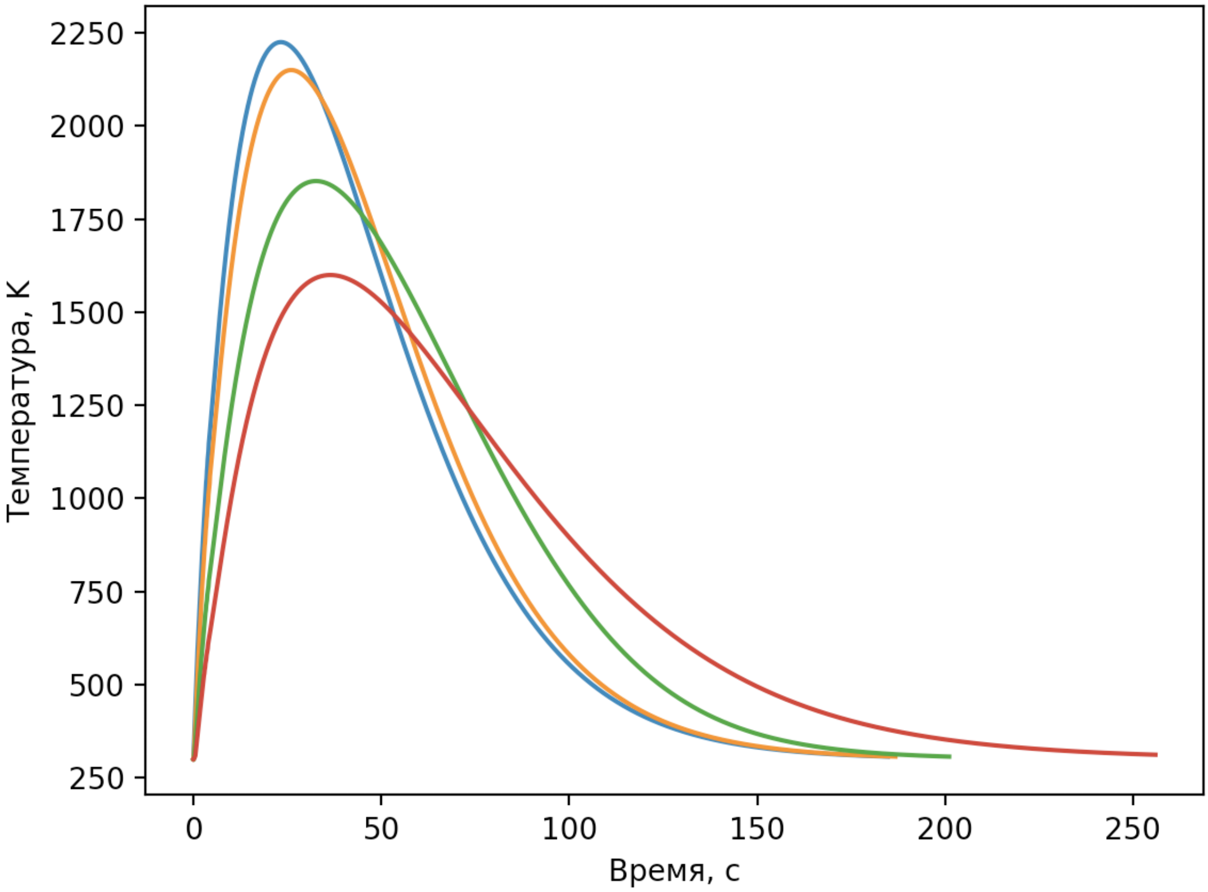
2. График зависимости температуры при 3-4 значениях параметров a_2, b_2 теплоемкости.

   a_2, b_2 меняются попарно значениями из массивов:

   $a_2 = [0.5, 1, 2, 5]$

   $b_2 = [0.0005, 0.001, 0.005, 0.01]$

   Соотвественно, с каждым шагом значение теплоемкости уведичивается.



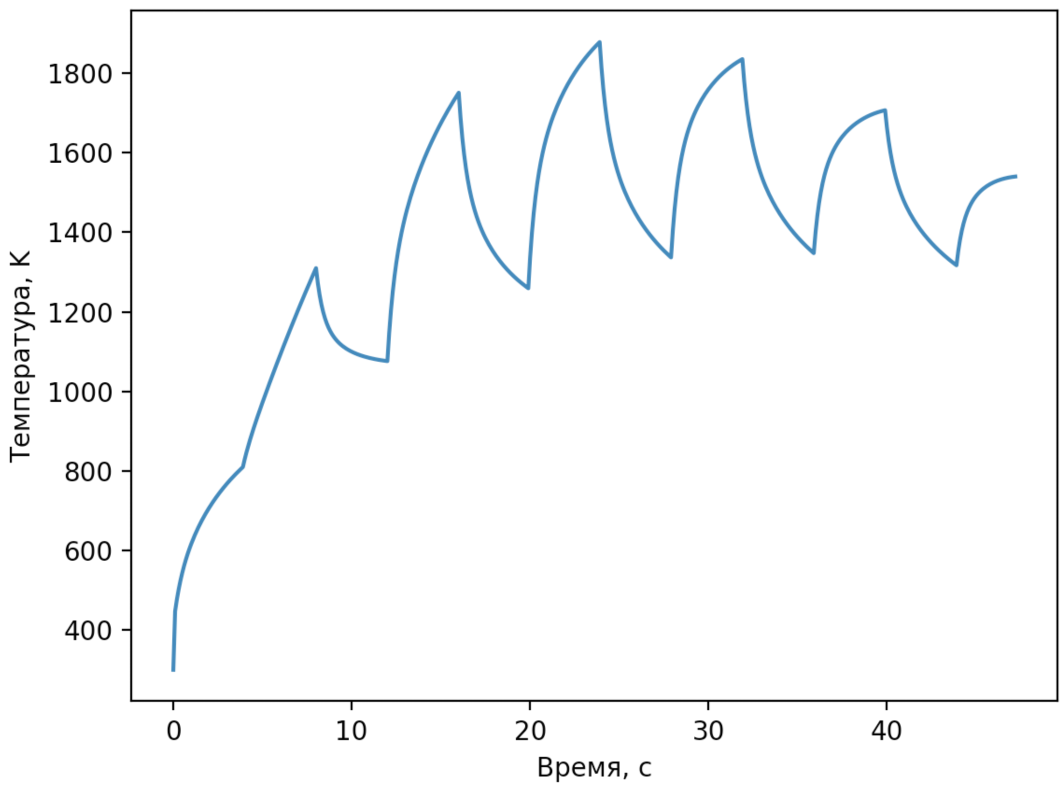
Графики по порядку:

- синий – $a_2 = 0.5$, $b_2 = 0.0005$
- оранжевый – $a_2 = 1$, $b_2 = 0.001$
- зеленый – $a_2 = 2$, $b_2 = 0.005$
- красный – $a_2 = 5$, $b_2 = 0.01$

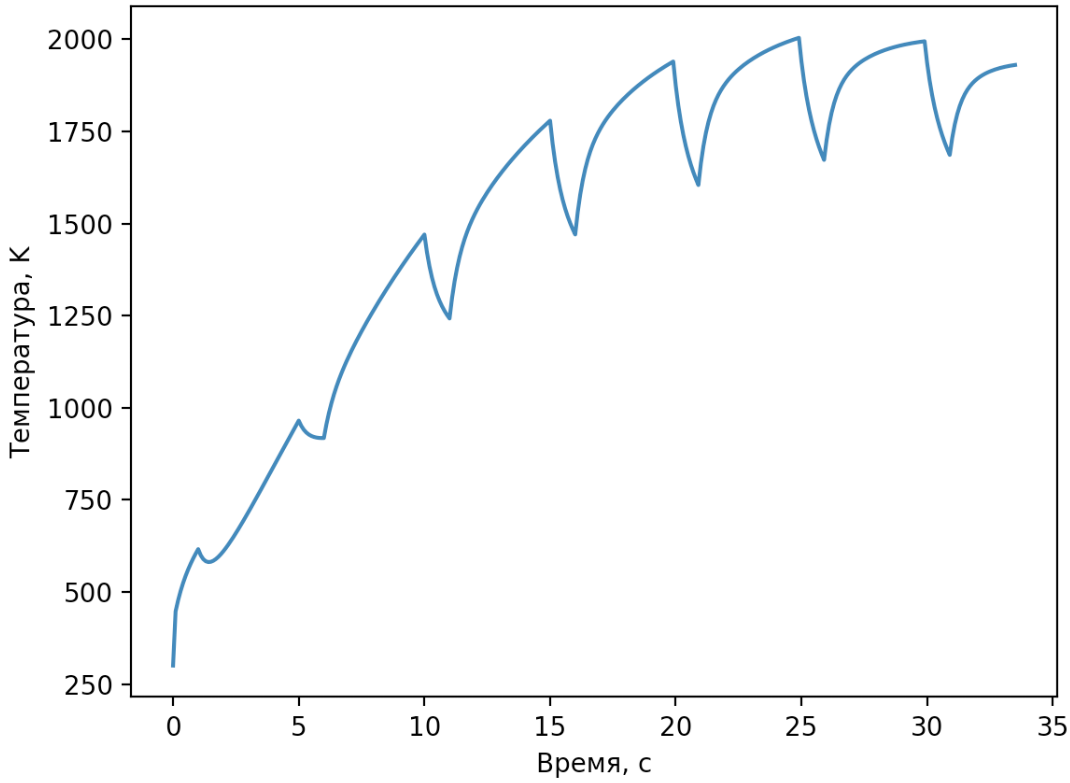
Получается, что с увеличением теплоемкости темп роста и максимальное значение температуры уменьшаются.

3. График зависимости температуры в частотном режиме теплового нагружения. Импульсы следуют один за другим с заданной частотой ν и длительностью t_u.

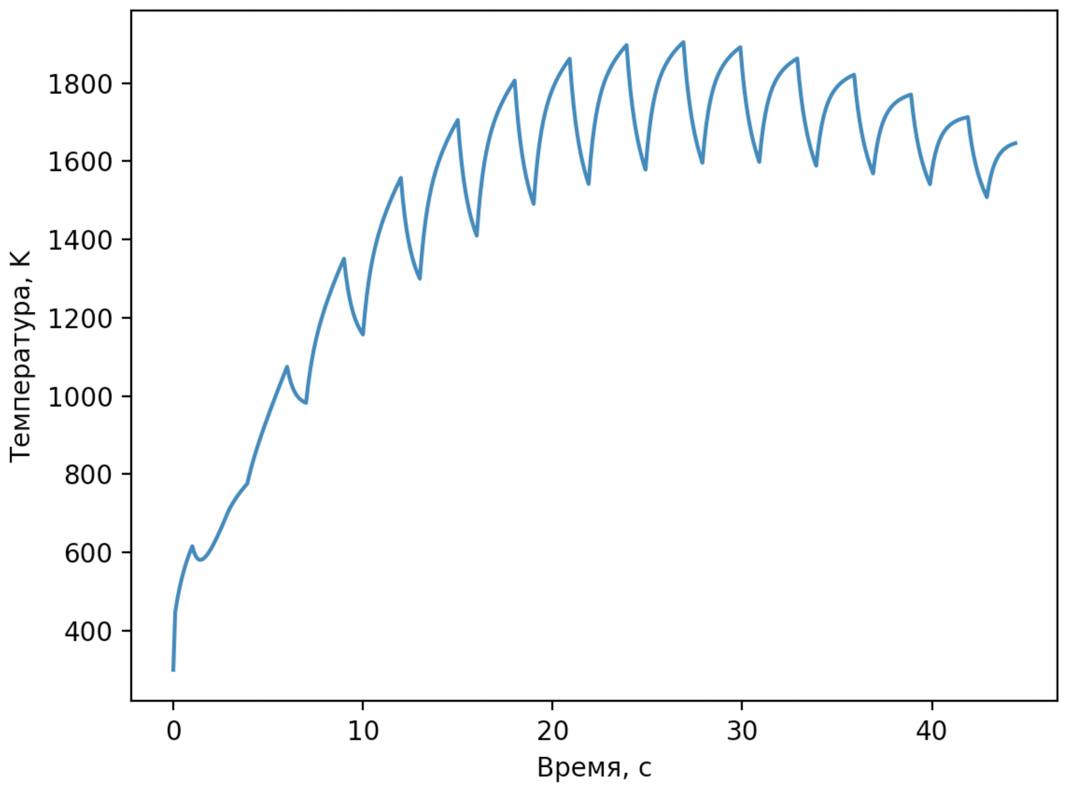
   - $\nu = \frac{1}{8}, t_u = 4$



- $\nu = \frac{1}{5}, t_u = 1$



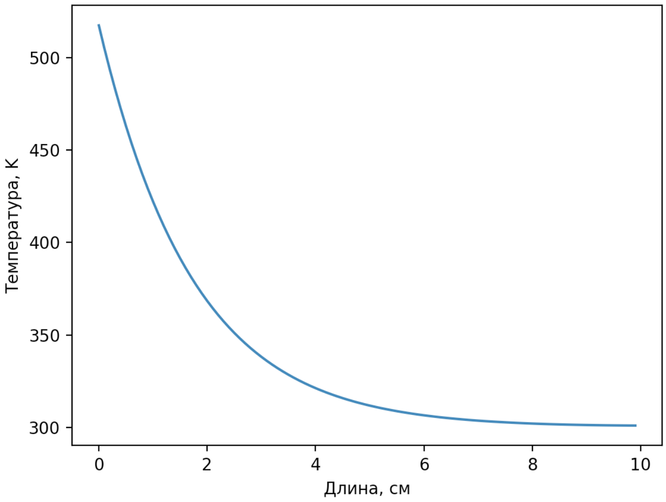
- $\nu = \frac{1}{3}, t_u = 1$

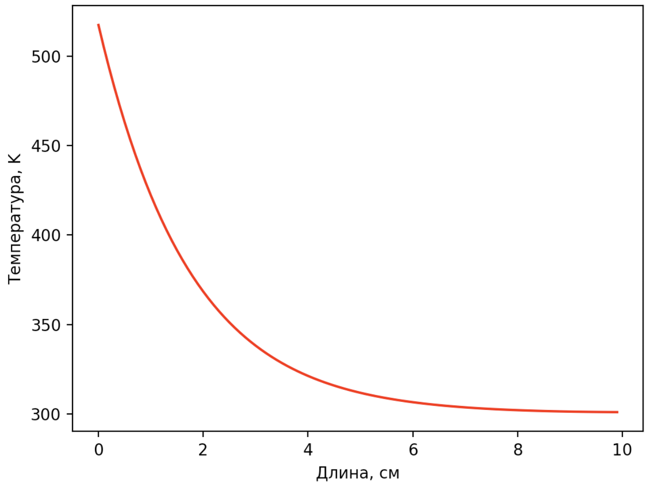


По мере роста частоты импульсов размах колебаний температуры уменьшается.

Уменьшается вплоть до нуля в этот момент в торец поступает постоянный поток.

Рассмотрим данный график и график из лабораторной работы 3 при всех одинаковых параметрах модели.





На левом рисунке представлен график из 3 работы, а на правом из текущей.

Полученное температурное поле совпало с результатом расчета $T(x)$.