|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Лабораторная работа № \_**5**\_\_**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема \_Исследование математической модели на основе технологии вычислительного эксперимента**  **Студент \_**Уласик Е. А.**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Группа \_**ИУ7-61Б**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Оценка (баллы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Преподаватель \_**Градов В. М.**\_\_\_\_** |  |

Москва.

2020 г.

**Введение**

Цель работы: Получение навыков проведения исследований компьютерной математической модели, построенной на квазилинейном уравнении параболического типа.

**Исходные данные**

1. Значение параметров:

* , Вт/см К
* ,

1. Поток тепла *F(t)* при *x = 0:*

где – амплитуда импульса потока и время её достижения (Вт / и с).

**Результат работы**

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. Рассмотреть влияние на получаемые результаты амплитуды импульса и времени (определяют крутизну фронтов и длительность импульса).

Для выбора оптимального шага построим таблицу. Будем уменьшать шаги и наблюдать сходимость решений, как это делалось в лабораторной работе №1. В первом столбце запишем фиксированный x, в остальные – значения *T(0, t)* в конкретный момент времени по данному h.

Пусть . Тогда при :

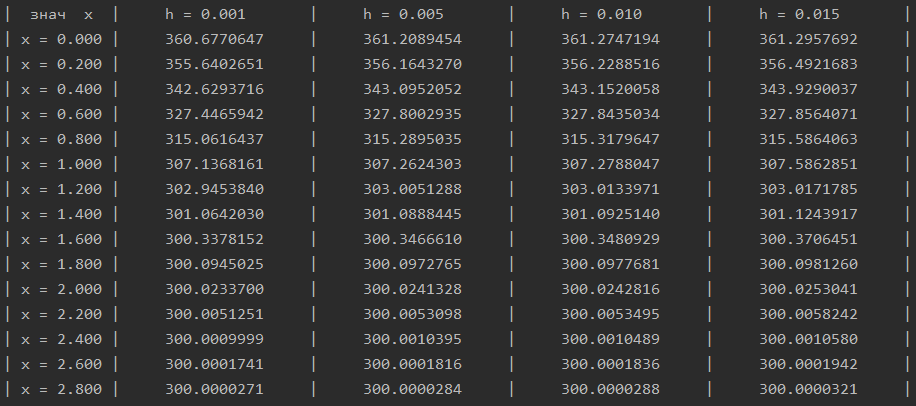
**

Таблица 1. Выбор оптимального h

В таблице 1 для *x =* 1.4 оптимальным шагом будет *h =* 0.01

Аналогичную таблицу построим для при тех же параметрах и *h = 0.01*:

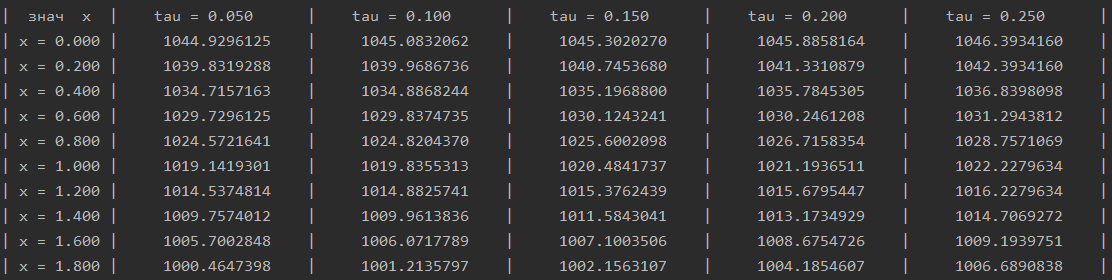


Таблица 2. Выбор оптимального .

В таблице 2 для *x = 1.4* оптимальным шагом является

Определим влияние амплитуды импульса и времени на результат. Рассмотрим несколько случаев:

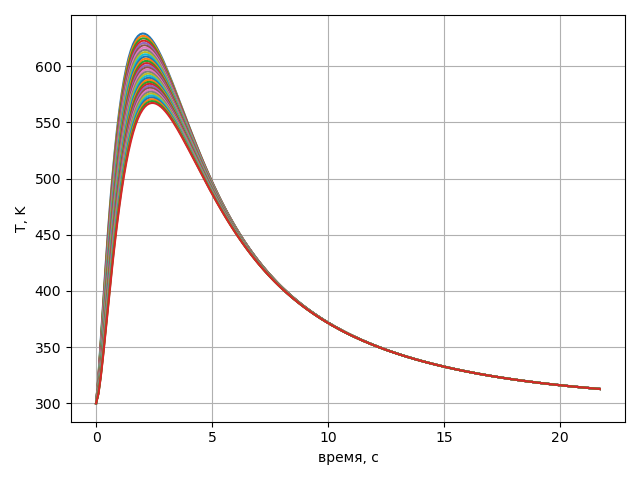


Рисунок 1.

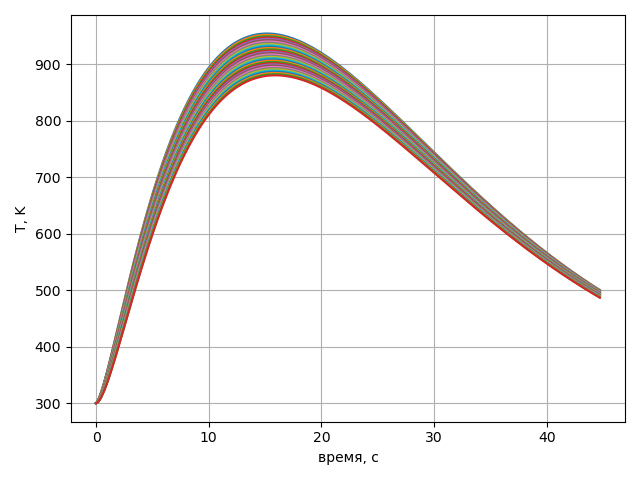


Рисунок 2.

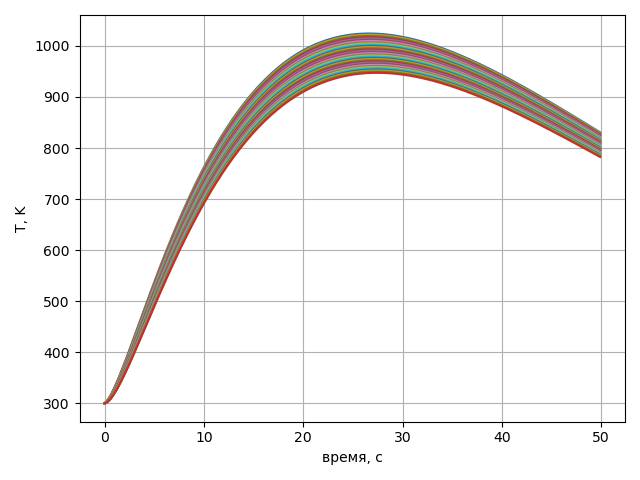


Рисунок 3.

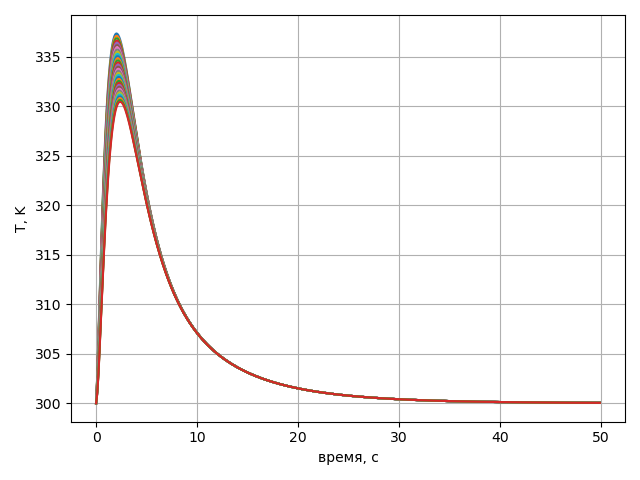


Рисунок 4.

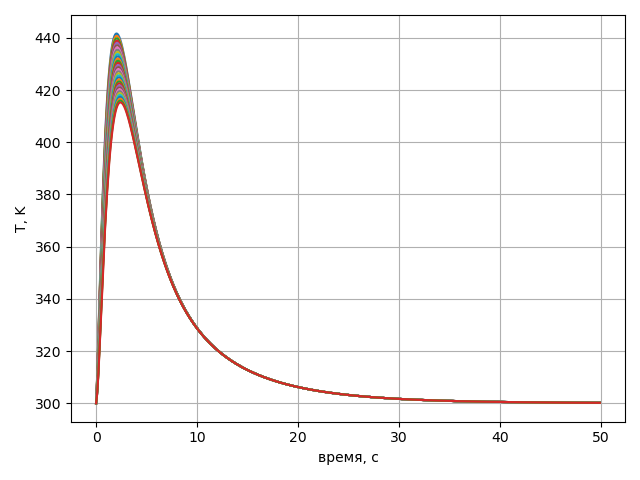


Рисунок 5.

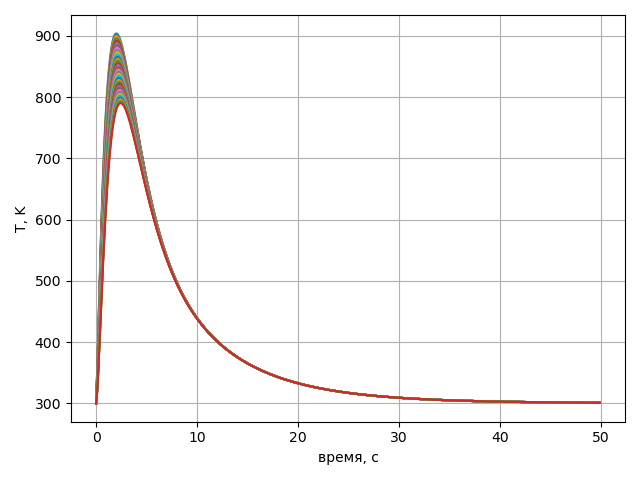


Рисунок 6.

Исходя из графиков на рисунках 1-6, можно сделать вывод, что влияет на длительность одного импульса и максимальную температуру, то есть чем больше значение , тем дольше нагревается стержень и тем, соответственно, на бóльшую температуру нагревается; влияет на крутизну графика и также на максимальную температуру.

1. График зависимости температуры при 3-4 значениях параметров и/или теплоёмкости.

Ниже приведены графики температуры при 4 разных значениях параметров a2 из формулы теплоёмкости:

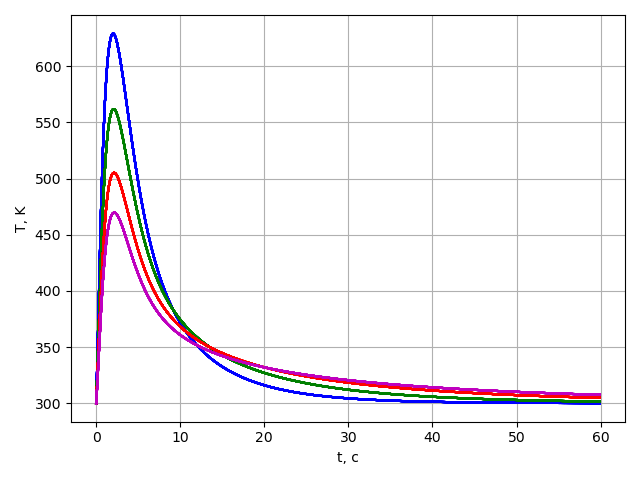


Рисунок 7. Графики при разных параметрах a2

Синий график – 2.049

Зелёный график – 3.5

Красный график – 6

Фиолетовый график – 9

Исходя из графиков, можно сделать вывод, что с ростом теплоёмкости темп нарастания температуры снижается.

1. График зависимости температуры *T(0, t)* (т.е. при *x = 0*) в частотном режиме теплового нагружения. Импульсы следуют один за другим с заданной частотой *v* (частота определяется количеством импульсов в 1 секунду).

Показать, что при большом количестве импульсов температурное поле начинает в точности воспроизводиться от импульса к импульсу.

Продемонстрировать, как по мере роста частоты импульсов размах колебаний температуры уменьшается (вплоть до нуля), т.е. реализуется квазистационарный режим, при котором в торец поступает постоянный поток . Здесь - длительность импульса, определяемая как момент времени, когда .Если взять прямоугольные импульсы длительностью , т.е. , то .

Задав параметры , был получен следующий график:

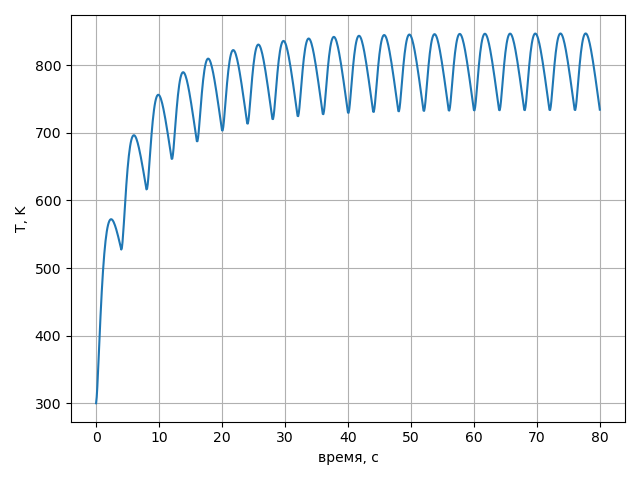


Рисунок 8. График с параметрами

Из графика на рисунке 8 видно, что температурное поле постепенно переходит в периодический режим.

Для получения квазистационарного состояния будем постепенно увеличивать частоту:

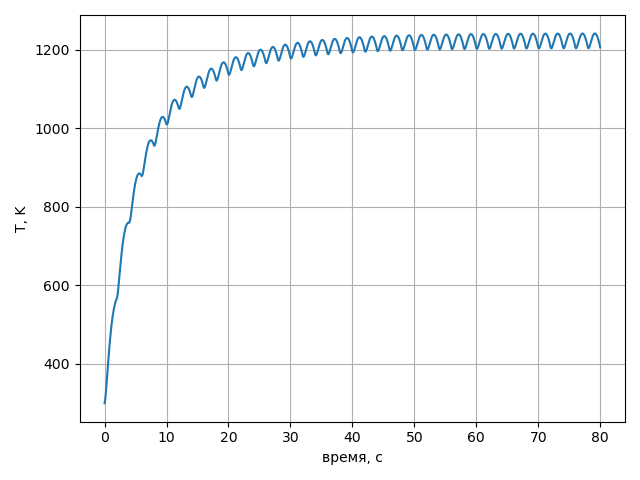


Рисунок 9. График температуры при

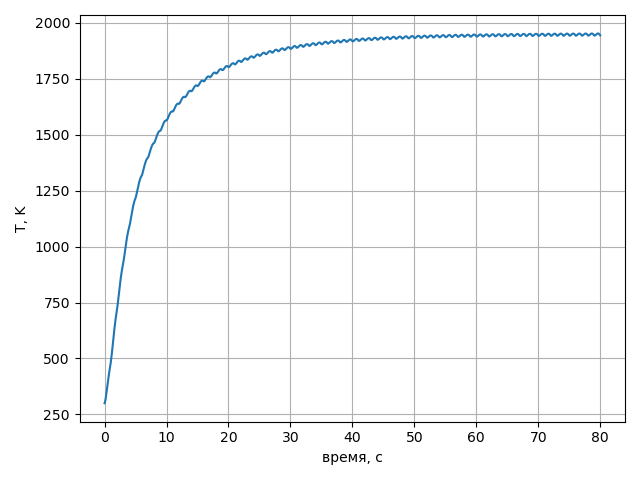


Рисунок 10. График температуры при

Увеличение числа импульсов ведёт к тому, что они начинают накладываться друг на друга, а время отдельного импульса не меняется. Это приводит к росту температуры. Так как значения температуры выше 2000 К физического смысла не представляют, значение изменено на 25.

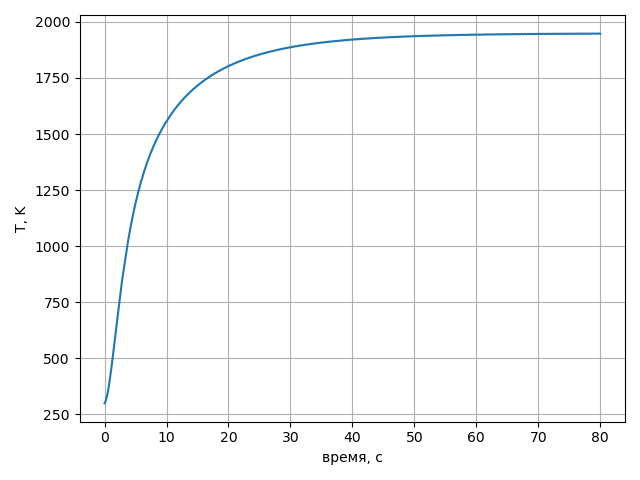


Рисунок 11. График температуры при .

На графике рисунка 11 размах колебаний температуры уменьшился практически до нуля, другими словами, получен квазистационарный режим.

Если убрать наложение импульсов и увеличивать частоту для получения квазистационарного режима, то можно получить следующие графики:

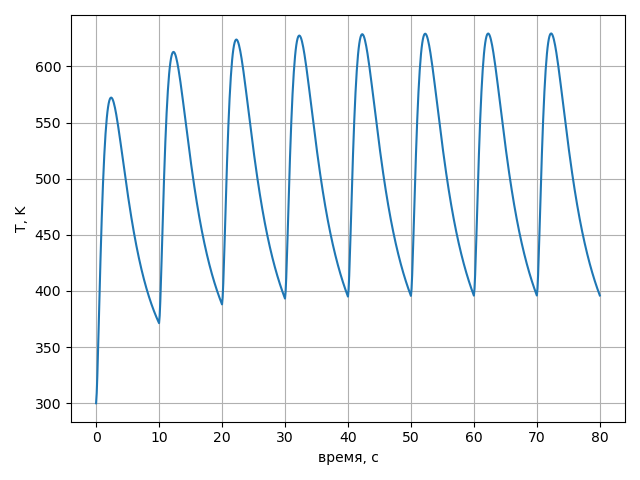


Рисунок 12. График температуры при .

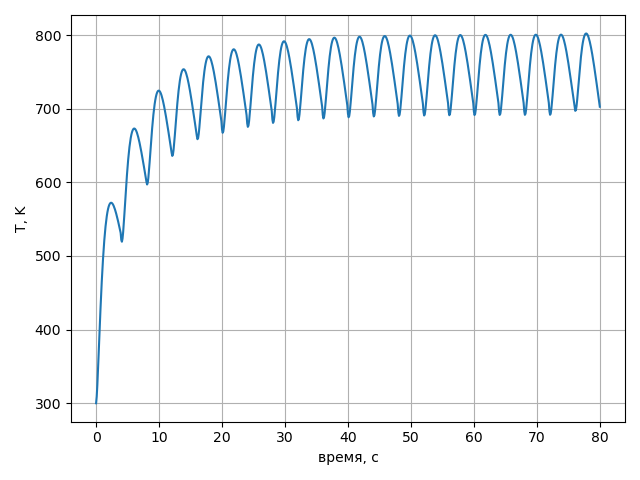


Рисунок 13. График температуры при

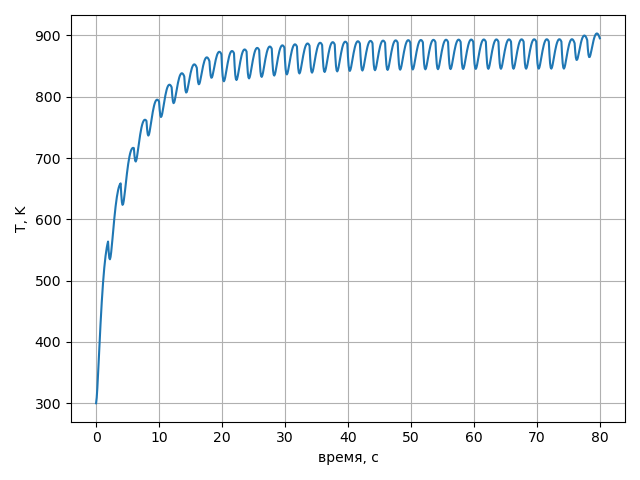


Рисунок 14. График температуры при

Как видно из рисунков 12-14, размах температур на графиках достаточно велик. Увеличим значение теплоёмкости и посмотрим на результат. Так как значение теплоёмкости прямо пропорционально значению , поэтому будем изменять именно этот параметр:

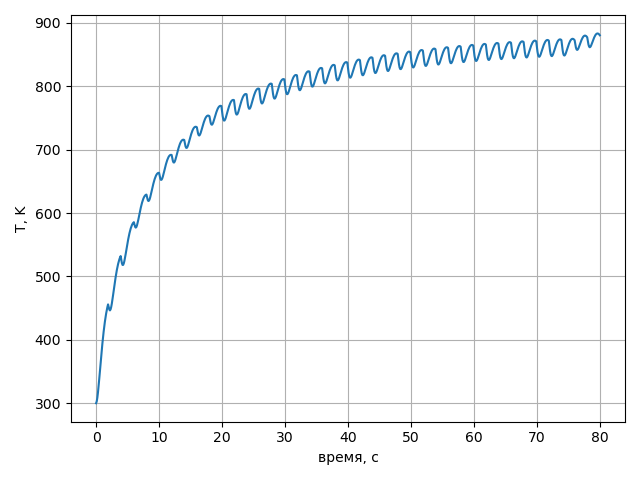


Рисунок 15 График температуры при

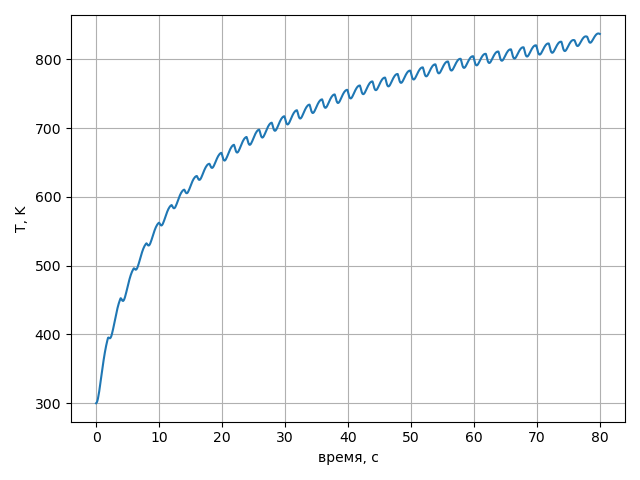


Рисунок 16 График температуры при

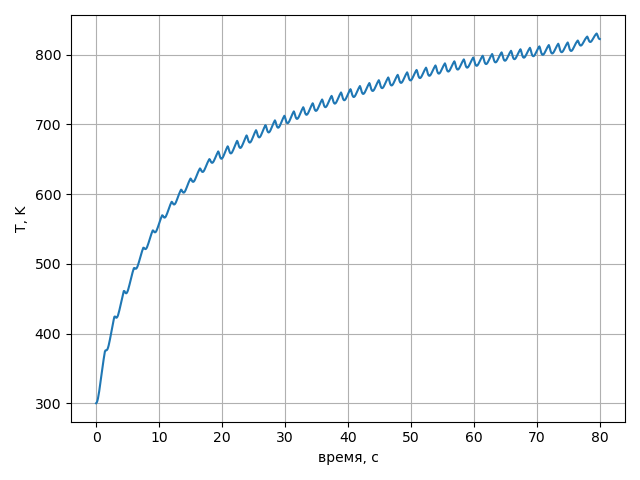


Рисунок 17 График температуры при

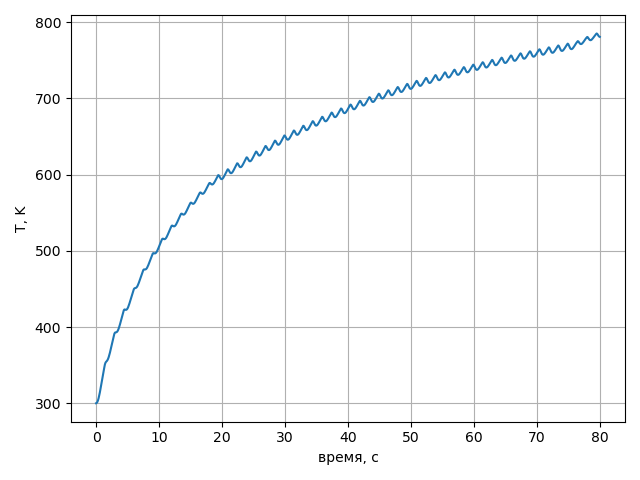


Рисунок 18 График температуры при

В результате можно заметить, что для неперекрывающихся импульсов также можно достичь квазистационарного режима.