



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ



Кафедра
автоматики и
процессов
управления

ОТЧЕТ
по научно-исследовательской работе аспиранта за V семестр
Тема: Разработка и исследование математических моделей
управляемых процессов многокомпонентной ректификации в
технологии переработки природного газа

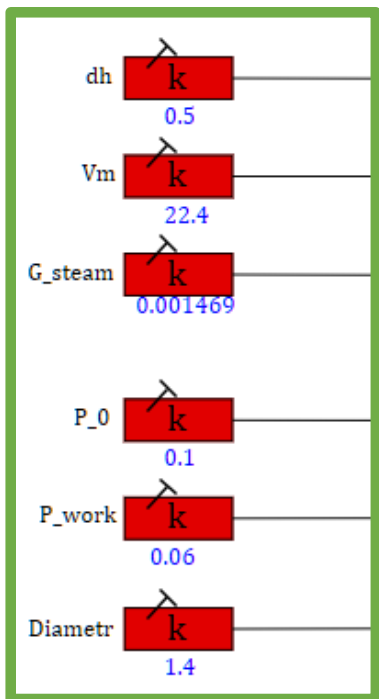
Аспирант гр. 8931
Руководитель

Сердитов Ю.Н.
Душин С.Е.

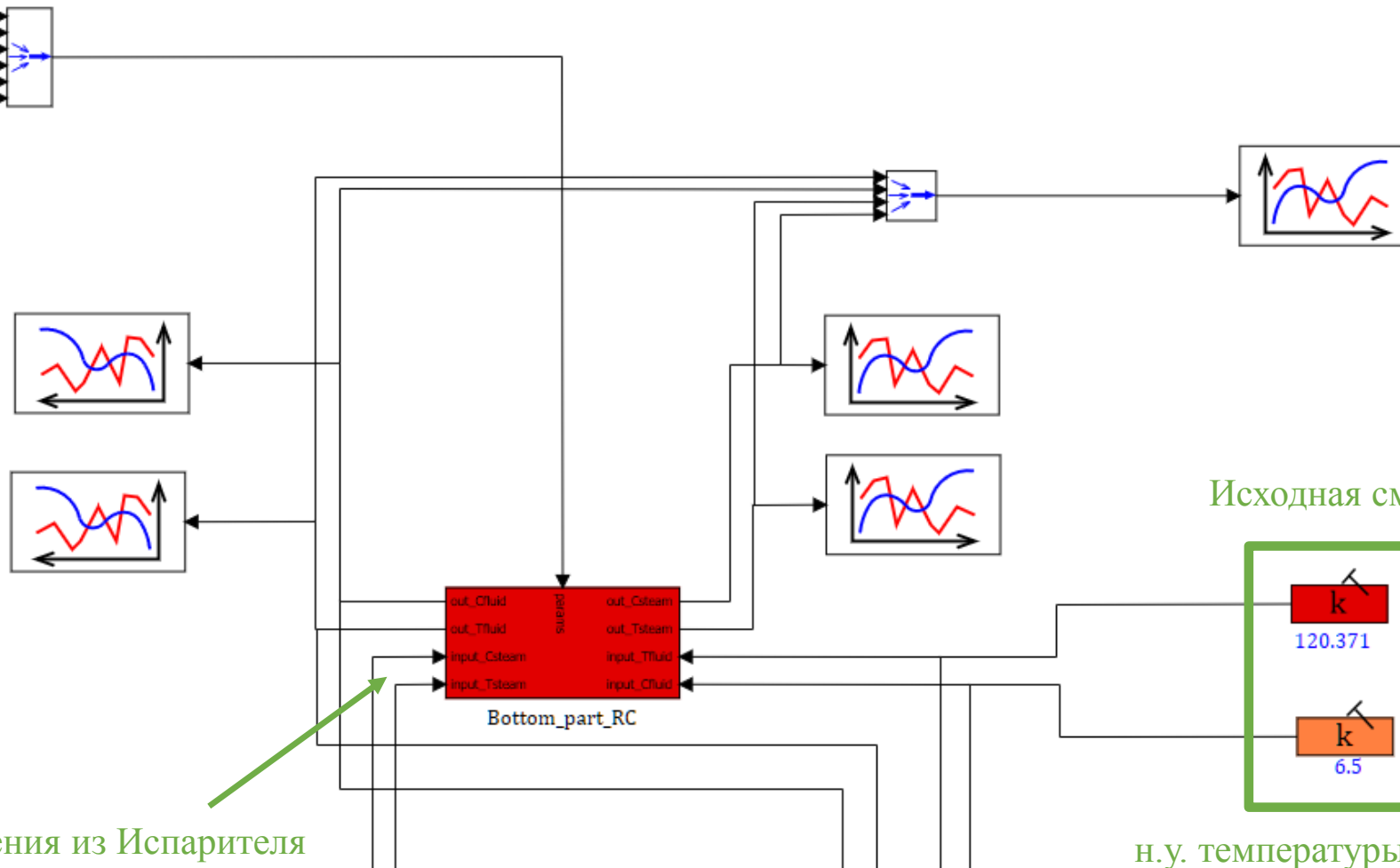
Решённые задачи:

- модернизировать компьютерную модель Испарителя (Теплообменника);
- провести анализ системы на предмет применения адаптивного регулятора;
- синтезировать адаптивный регулятор для компенсации возмущающего воздействия.

Отгонная часть РК



Параметры ф-ции
скорости теплового потока пара

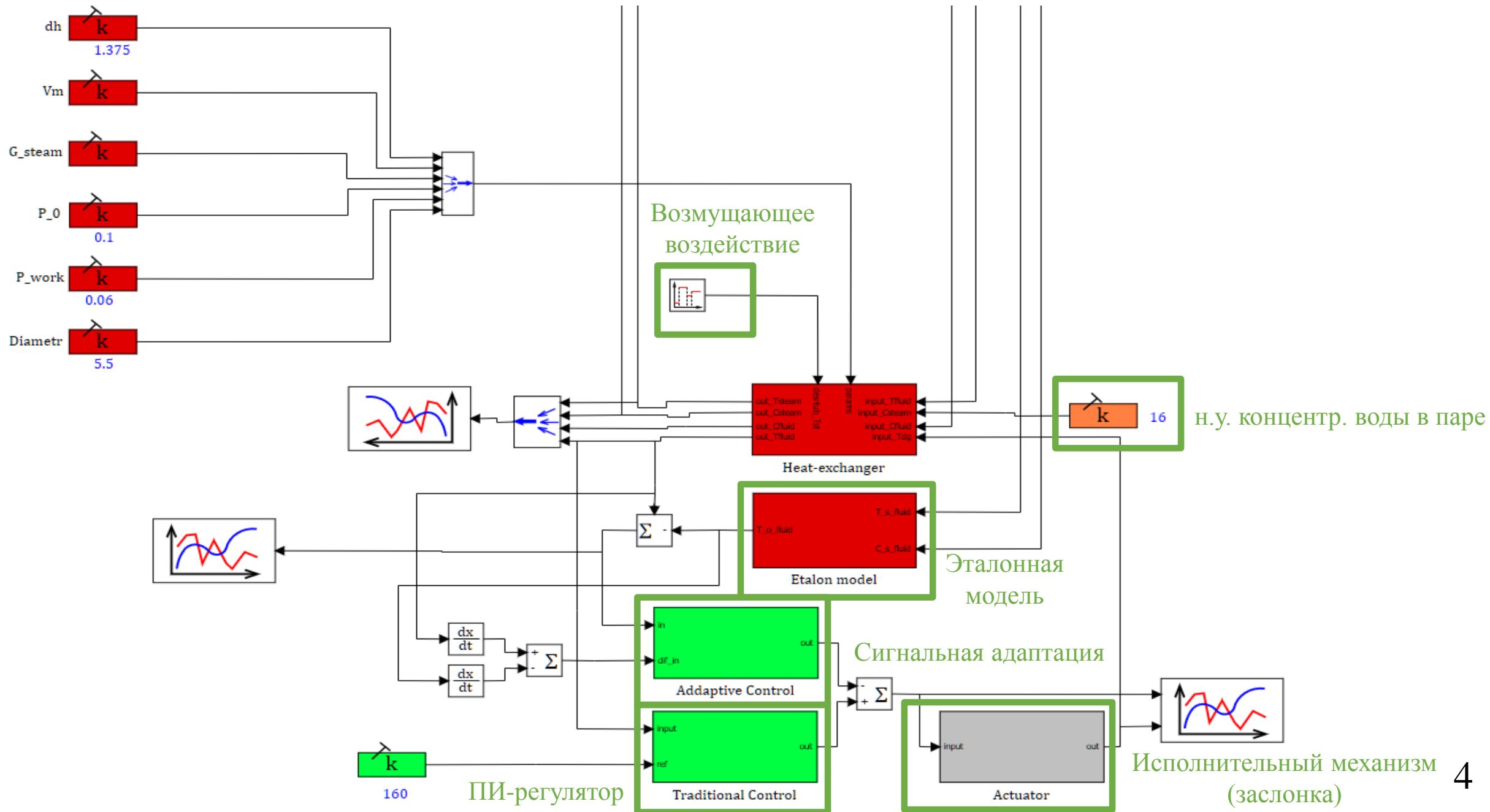


Входные значения из Испарителя

Исходная смесь

н.у. температуры пара
и концентрации влаги в паре

Испаритель (Теплообменник)



Концентрация влаги в паре

Концентрация влаги в паре

Возмущающее воздействие

Массообменная фаза

Теплообменная фаза

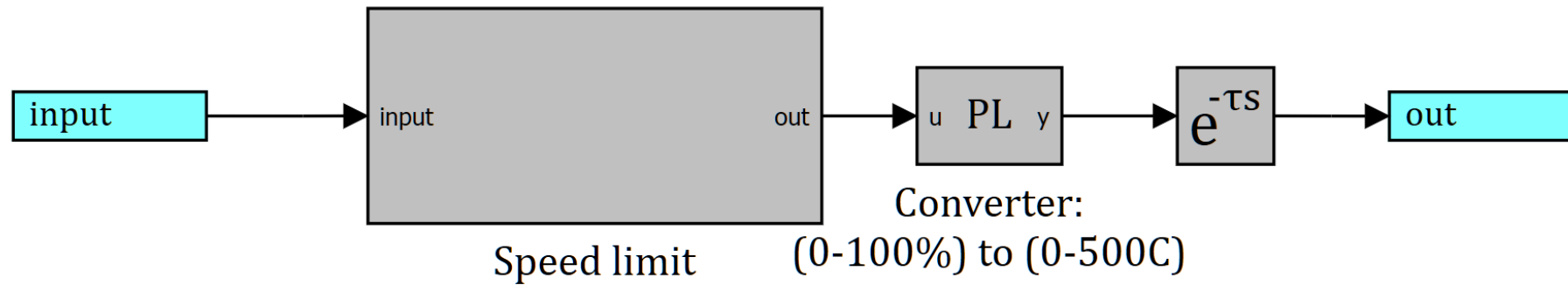
Среднее значение по 4-ём пространственным точкам

Температура пара = Температура жидкости

Температура жидкости
Температура стенок
Температура дымовых газов

Реализация испарителя

Реализация исполнительного механизма

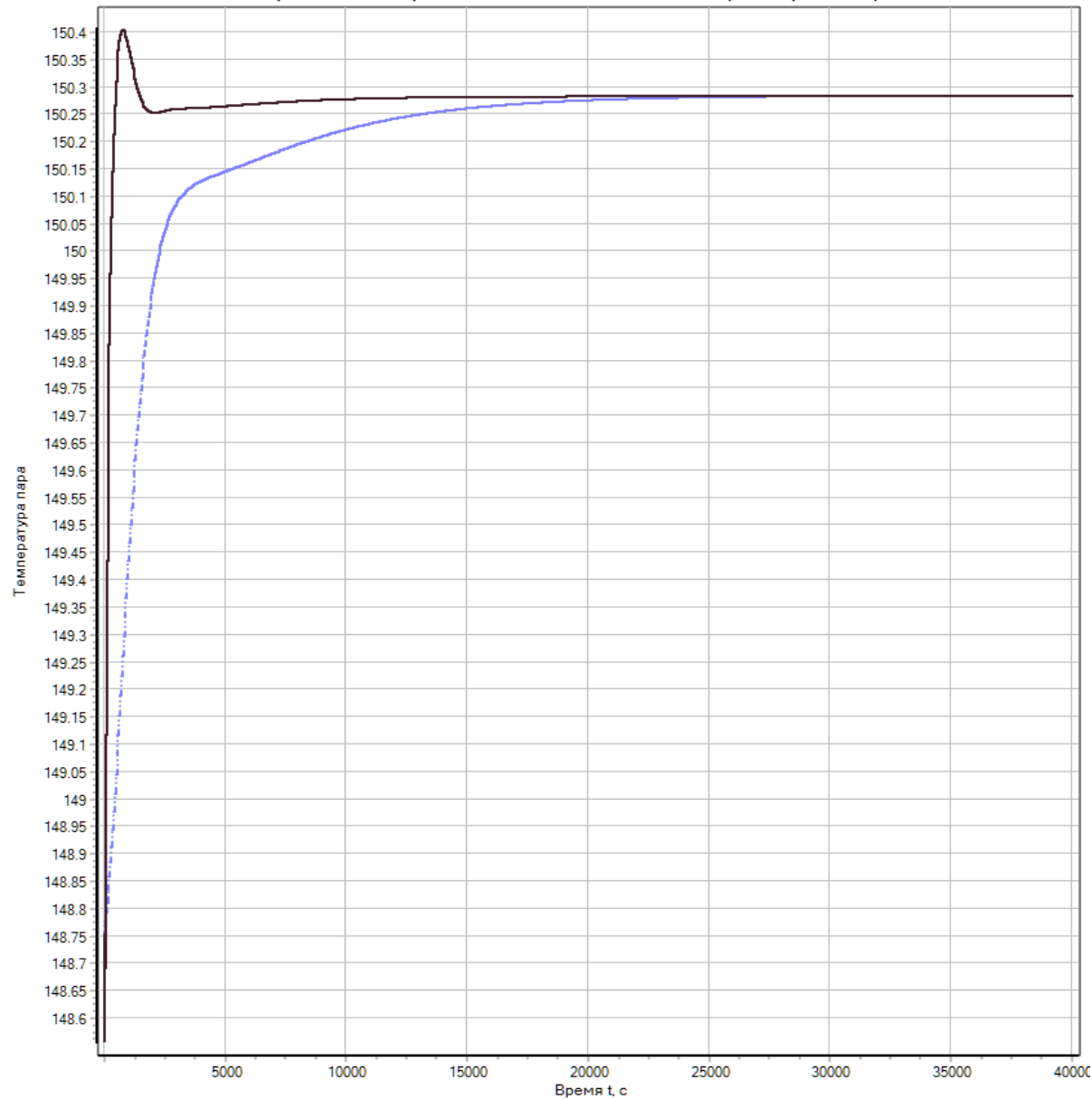


Реализовано:

- ограничение в 5 %/сек. на скорость возрастания температуры;
- линейный преобразователь из процентов в градусы с верхним и нижним пределом;
- и задержка по времени (1 сек.).

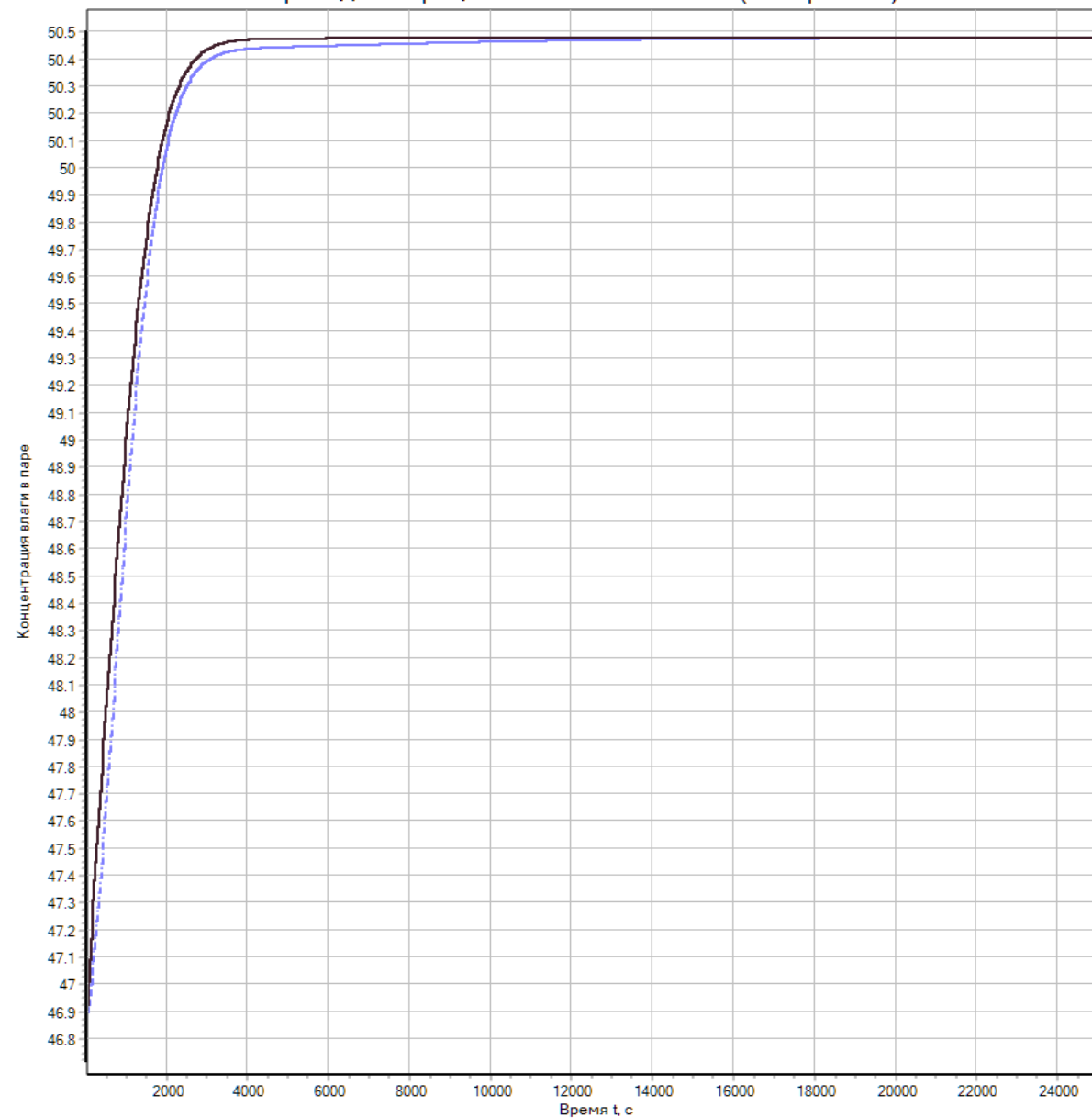
Сравнение тех. процессов с ПИ-регулирование и без него

Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



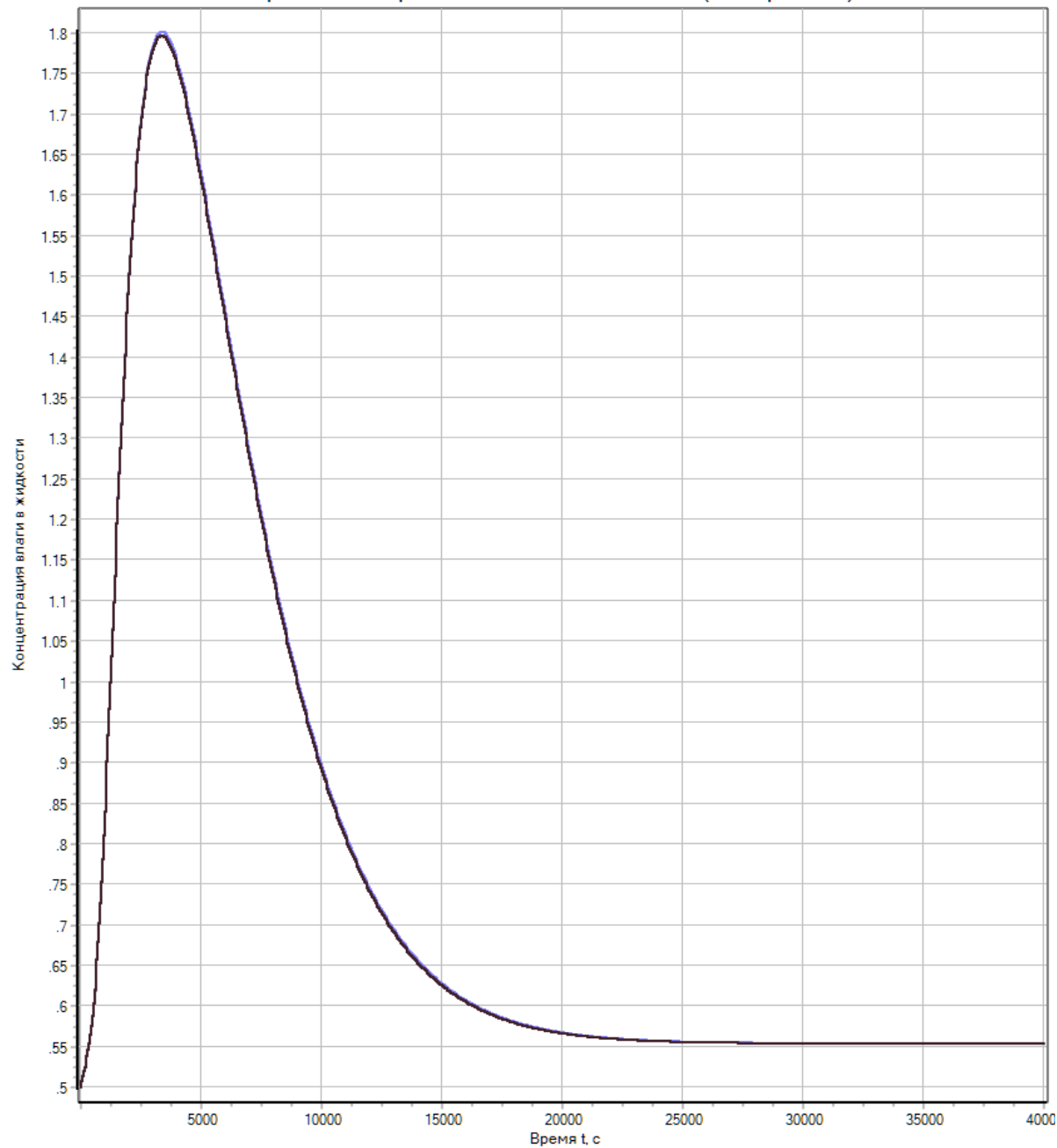
Без регулятора в контуре С ПИ-регулятором в контуре

Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



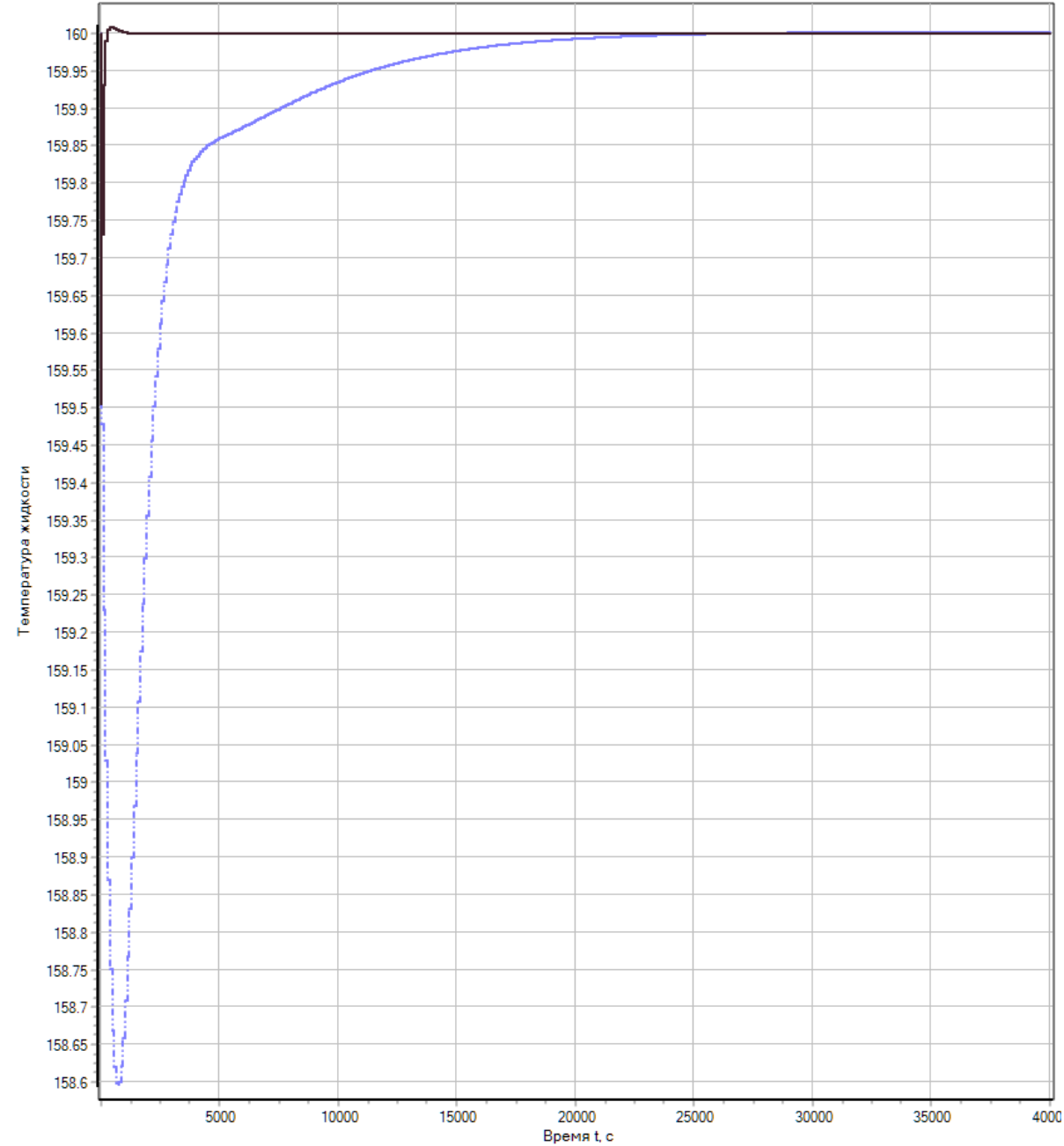
Без регулятора в контуре С ПИ-регулятором в контуре

Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



Без регулятора в контуре — С ПИ-регулятором в контуре

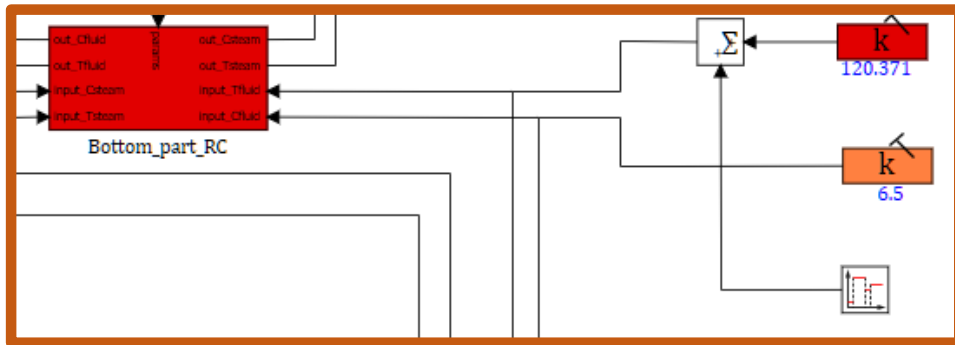
Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



Без регулятора в контуре — С ПИ-регулятором в контуре

Нужен этой системе адаптивный регулятор
или нет?

Компенсация внешнего возмущения (работа ПИ-регулятора)



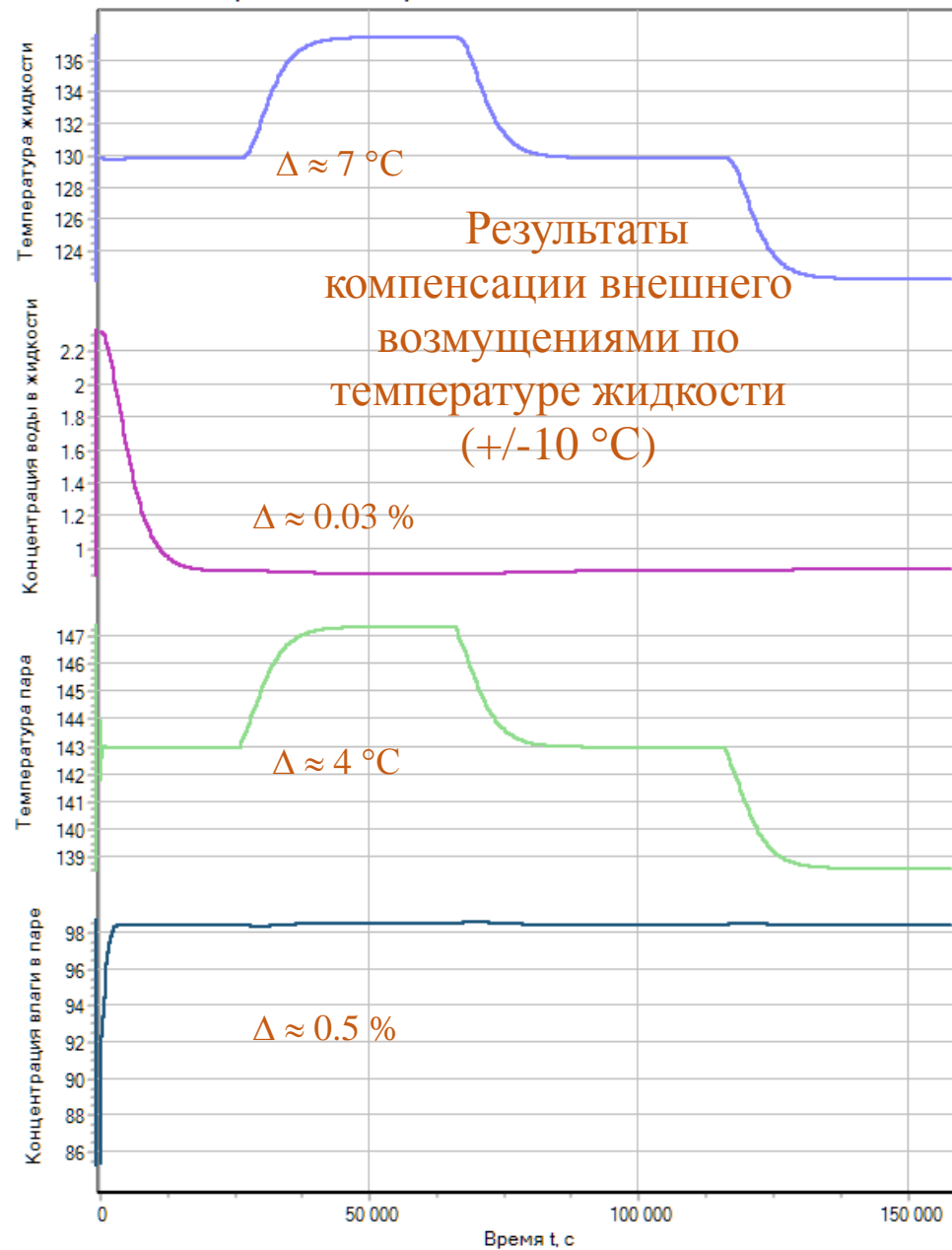
Подача внешнего возмущениями по температуре
жидкости ($\pm 10^\circ\text{C}$) и далее по концентрации
воды в жидкости ($\pm 1.5\%$)

Разработка адаптивного регулятора для компенсации внешнего возмущения по температуре стенок, является не целесообразна по причине абсурдности компенсации, которое может привести к ЧП.

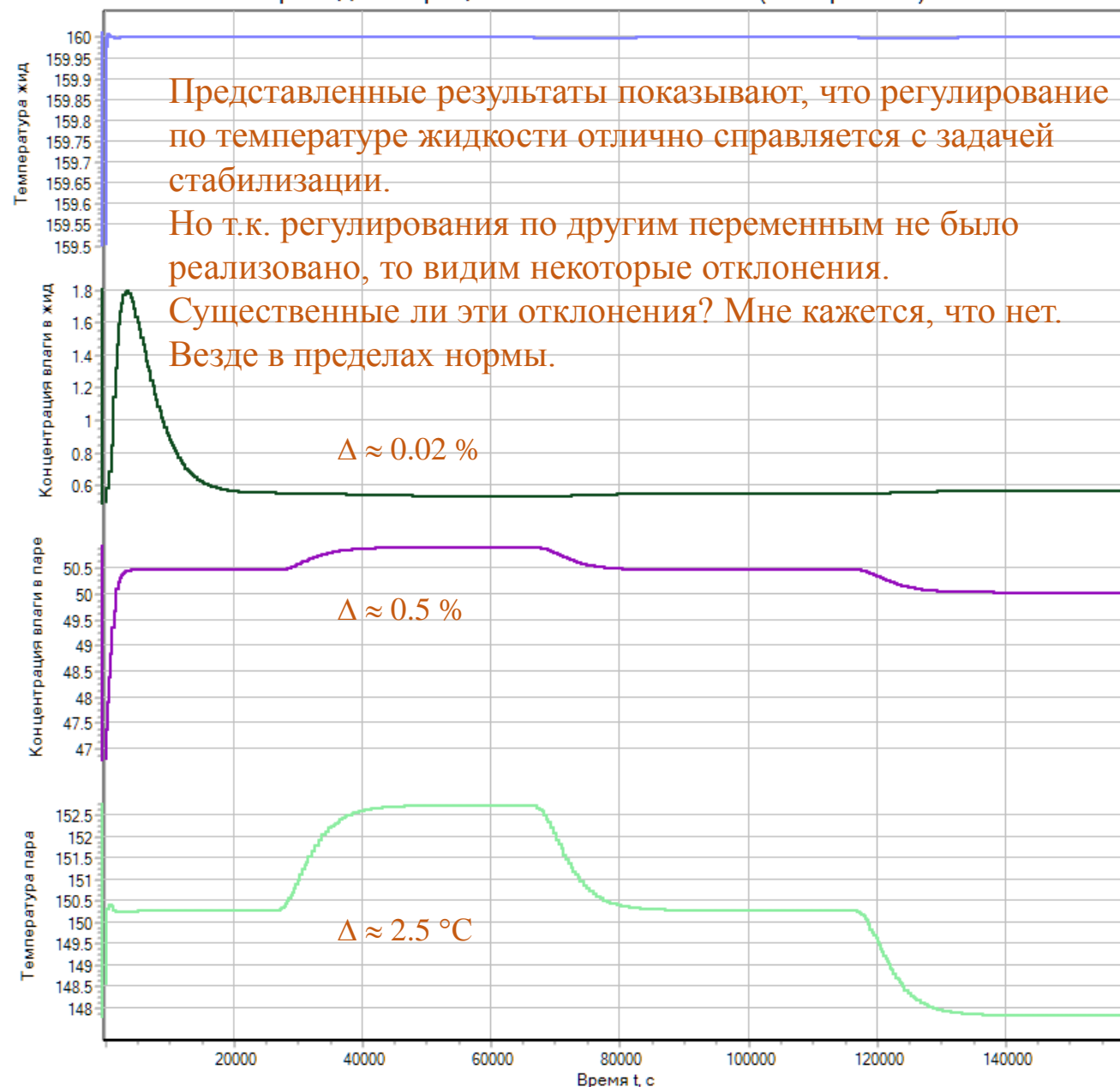
Если и стоит регулировать данное явление, то только в формате перевода всей системы «АВО-РК-Испаритель» в режим отключения от остальной системы.

В связи с этим, единственными внешними возмущениями оказываемыми на систему остаются температура жидкости и концентрация влаги в жидкости в исходной смеси.

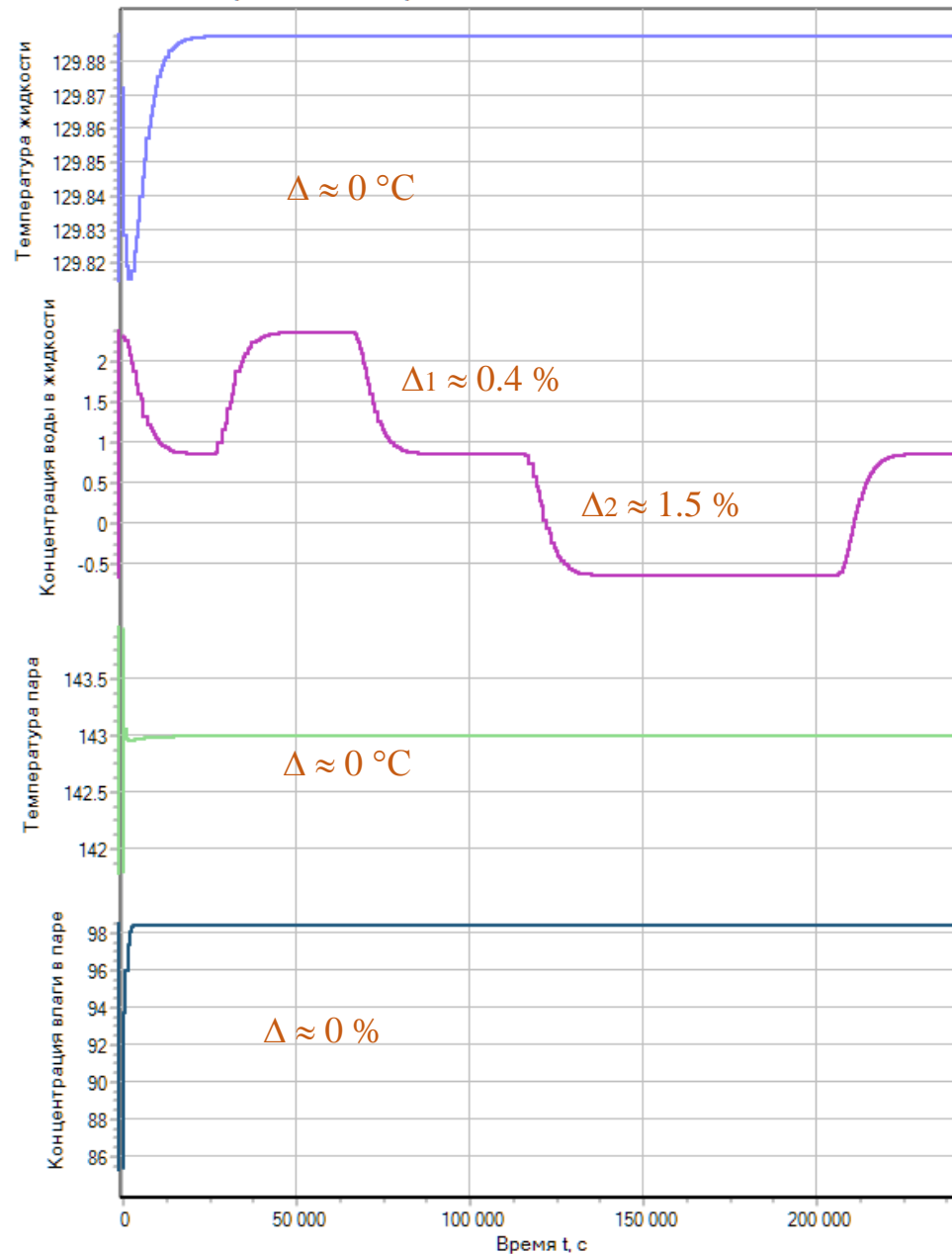
Переходный процесс в отгонной части РК



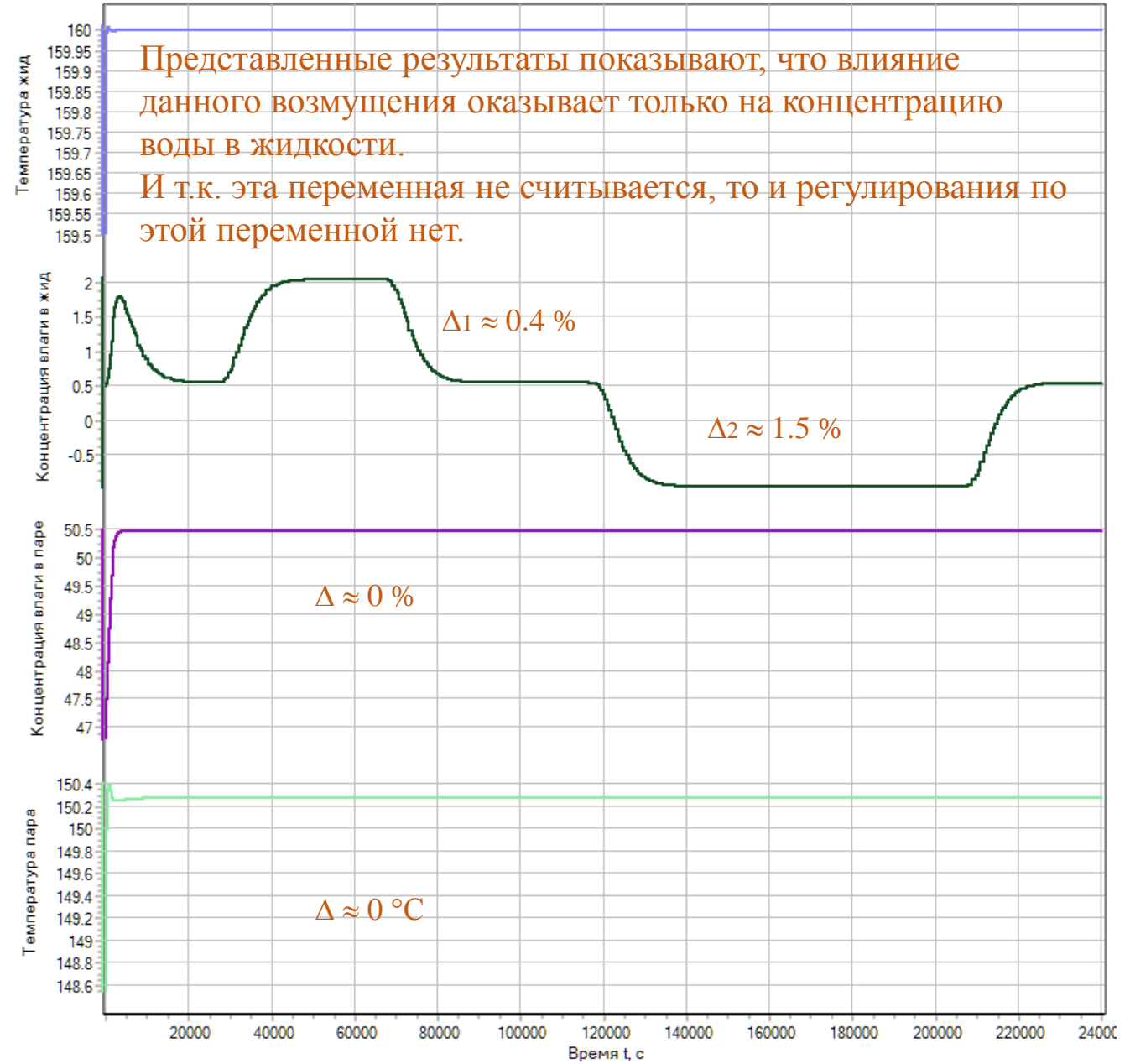
Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



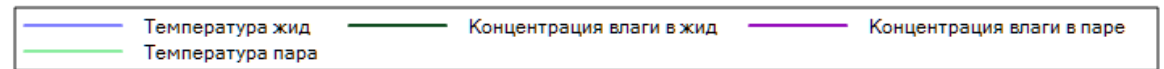
Переходный процесс в отгонной части РК



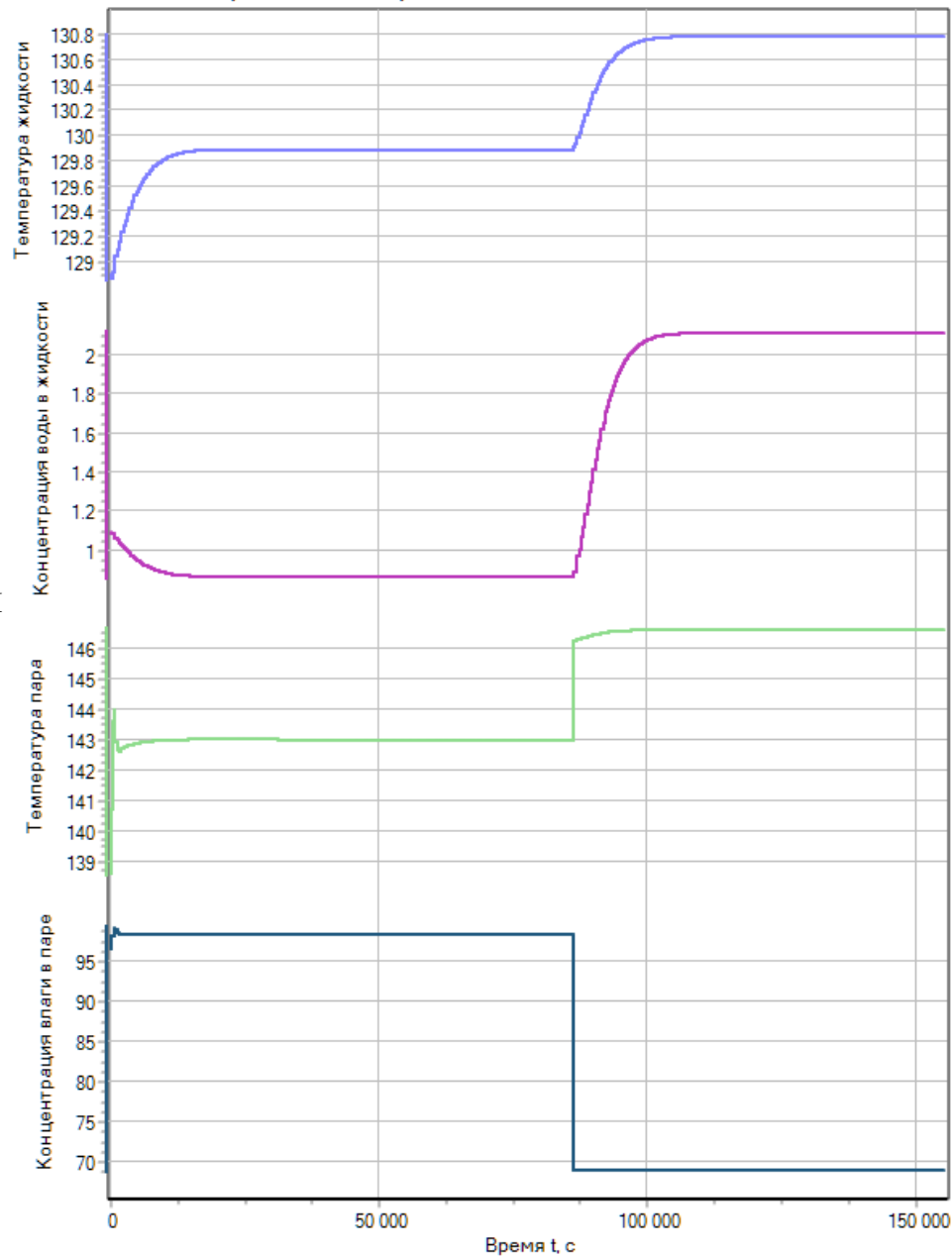
Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



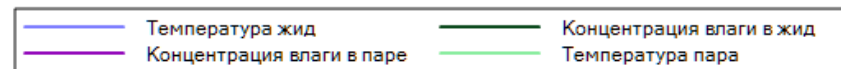
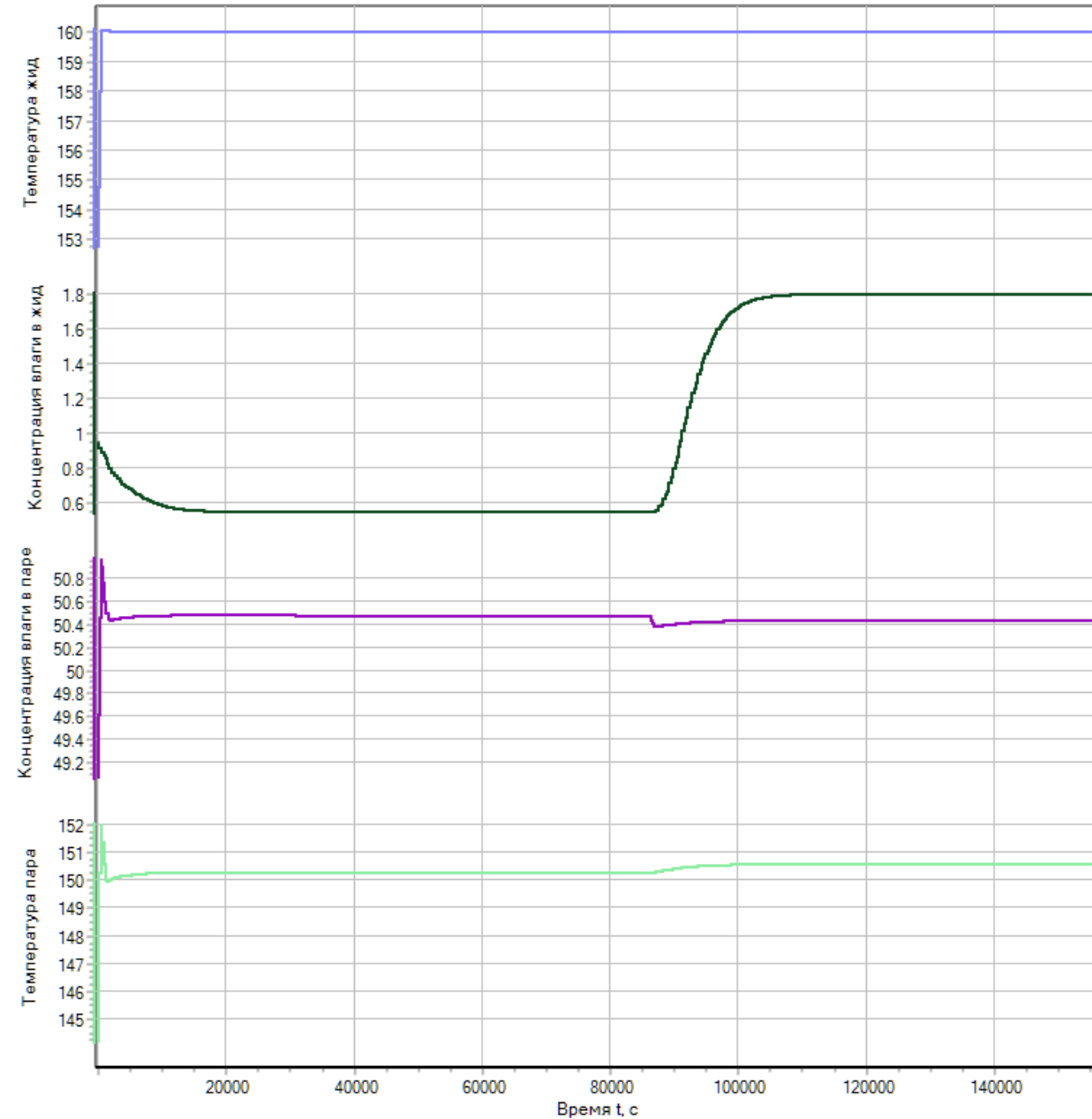
Представленные результаты показывают, что влияние данного возмущения оказывает только на концентрацию воды в жидкости. И т.к. эта переменная не считывается, то и регулирования по этой переменной нет.



Переходный процесс в отгонной части РК



Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)

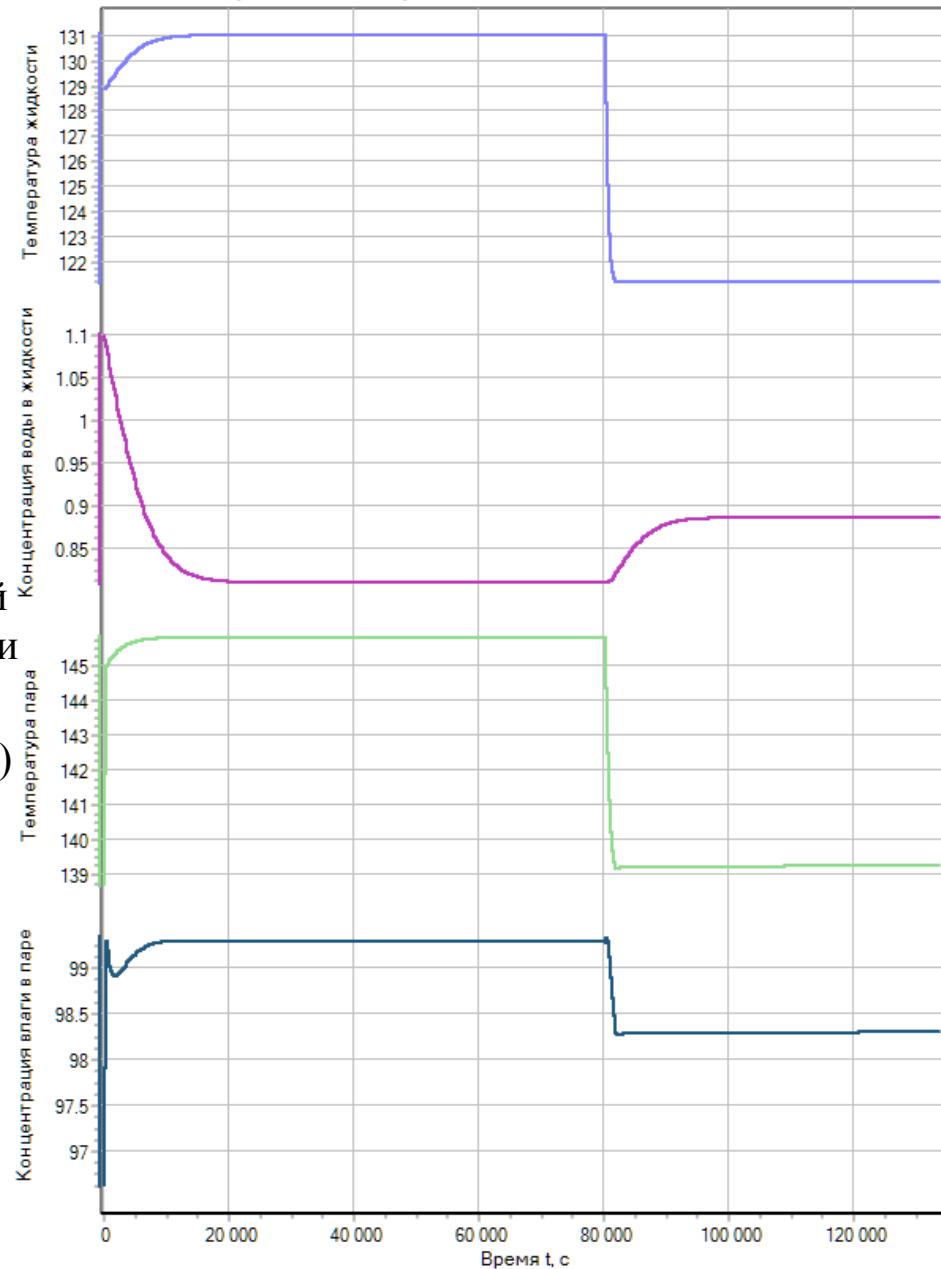


Компенсация
параметрической
неопределённости

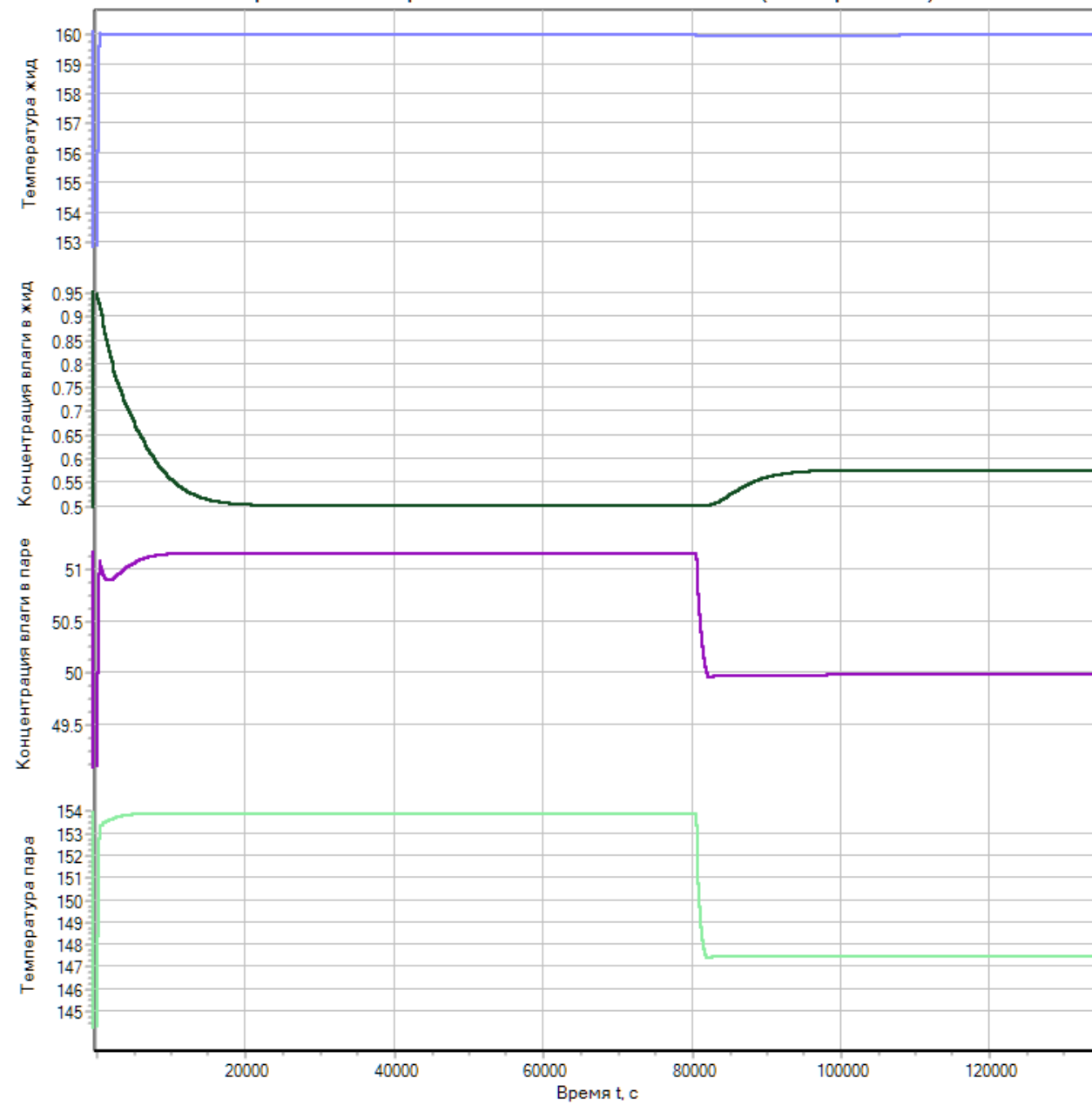
(внутреннее
изменение
атмосферного
давления)

(работа ПИ-
регулятора)

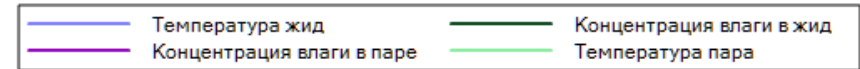
Переходный процесс в отгонной части РК



Переходный процесс в Теплообменнике (Испарителе)



Компенсация
параметрической
неопределённости
(скорость
потока жидкости)
(работа ПИ-
регулятора)



Компенсация внешнего возмущения (работа адаптивного-регулятора):

Адаптивное управление — совокупность методов теории управления, позволяющих синтезировать системы управления, которые имеют возможность *изменять параметры регулятора или структуру регулятора* в зависимости от изменения параметров объекта управления или внешних возмущений, действующих на объект управления.

Применяется для управления нелинейной системы, или системы с переменными параметрами. К примерам таких систем относят, например, асинхронные машины, транспортные средства на магнитной подушке, магнитные подшипники и т.п.

В данном случае, была применена система с **эталонной моделью** (ЭМ).

В системах с сигнальной адаптацией эффект самонастройки достигается без изменения параметров управляющего устройства с помощью компенсирующих сигналов.

При использовании **сигнальных воздействий** на вход системы подаётся специально организованное внешнее идентифицирующее воздействие, например, в виде изменения задания регулятору.

Выводы:

1. В следствии полученных результатов моделирования системы с ПИ-регулятором, становится очевидно, что создание адаптивного регулятора является избыточным и не обоснованным решением.
2. В данной системе – распределённой, невозможно скомпенсировать возмущение по $T_{\text{пар}} \rightarrow S_{\text{пара}} \rightarrow S_{\text{жид}}$, т.к. управление возможно только по последней пространственной точки.
3. Регулирование $T_{\text{пара}}$ требует дополнительного источника тепла. Невозможно управлять 2-мя параметрами системы имея 1 источника тепла.

Ссылки:

1. Беляев М.Е., Павлов А.С., Шаветов С.В. Методические указания к выполнению практической работы по курсу «Управление непрерывными и дискретными процессами». – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 40 с.