

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
310-1
12-14 ноября 2020 года**

УДК 621.316

А.С. ПОМОГАЕВ, В.А. АГИБАЛОВ, С.В. КИЛЬЧАНОВ студенты гр. ТФ-06м-20 (НИУ «МЭИ»)
Научные руководители: С.В. МЕЗИН, к.т.н., доцент (НИУ «МЭИ»), Д.А. ДЕМЕНТЬЕВ, асп., (НИУ «МЭИ»)
г. Москва

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИИ
АКТИВАЦИИ НЕЙРОНОВ ИНС НА КАЧЕСТВО
РЕГУЛИРОВАНИЯ**

На данный момент в мире идёт активное развитие перспективных технологий управления, заключающихся в использовании искусственного интеллекта, имитирующего деятельность нейронов мозга. Для решения прикладных задач всё больше внимания концентрируется на применении искусственных нейронных сетей (ИНС). [1,2,3,4]

Данное исследование заключалось в изучении искусственной нейронной сети в качестве регулятора для объекта, представляющего из себя два апериодических звена с запаздыванием и заданными параметрами. Основная работа заключалась в исследовании влияния структуры нейронной сети, включении в её состав обратных связей, а так же изменения функций активации нейронов в нейрорегуляторе.

Параметром минимизации в данном исследовании был интегральный показатель качества регулирования.

На рис.1 представлена структурная схема одноконтурной системы регулирования с нейрорегулятором.

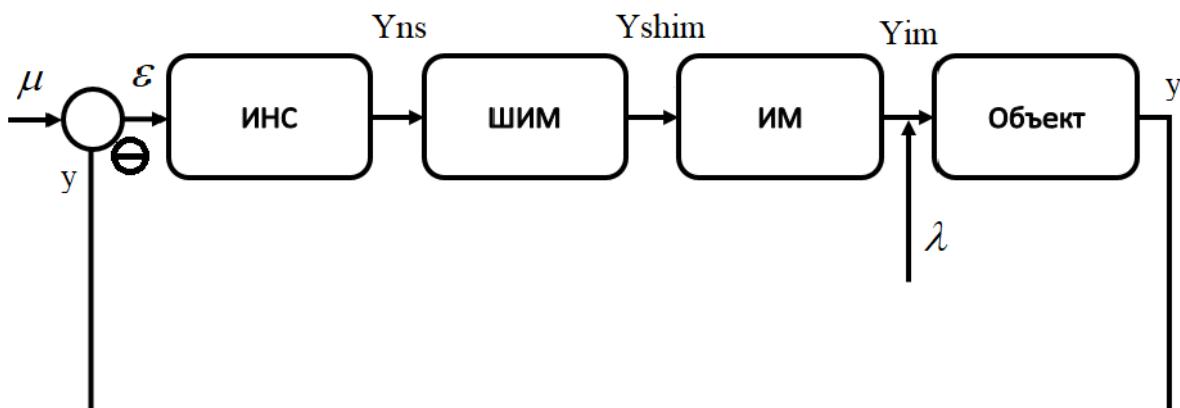


Рис.1. Структурная схема одноконтурной системы регулирования с ИНС

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
310-2**
12-14 ноября 2020 года

Функция формирования регулирующих воздействий в алгоритме регулятора реализована прямонаправленной ИНС различной структуры исполнения с пятью нейронами и семью или восемью (в зависимости от структуры ИНС) синаптическими весами. Оптимальные значения синаптических весов высчитываются отдельным блоком программы относительно структуры ИНС и параметров объекта. На протяжении всего времени расчёта на вход объекта так же подаётся внешнее возмущение.

На рис.2, рис.3, рис.4 представлены структурные схемы нейрорегуляторов, используемые при расчёте и для сравнения показателей качества регулирования.

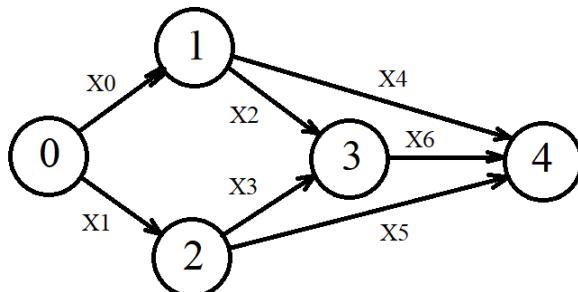


Рис.2. Структурная схема ИНС с пятью нейронами (вариант 1)

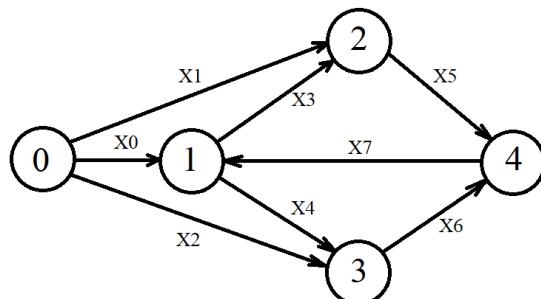


Рис.3. Структурная схема ИНС с пятью нейронами (вариант 2)

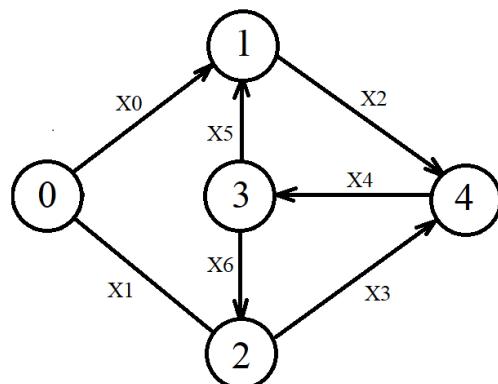


Рис.4. Структурная схема ИНС с пятью нейронами (вариант 3)

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
310-3**
12-14 ноября 2020 года

Методом подбора и итераций данные схемы расположения нейронов и линии их взаимодействий были выбраны как наиболее оптимальные и подходящие для расчётов.

Для проведения вычислений были заданы начальные нулевые условия и некоторое желаемое значение, к которому должна прийти система. А также частота дискретизации и задан порядок точности определения синаптических коэффициентов.

На рисунках 5, 6, 7 изображены переходные процессы для всех трёх структурных схем при использовании сигмоидальной функции активации.

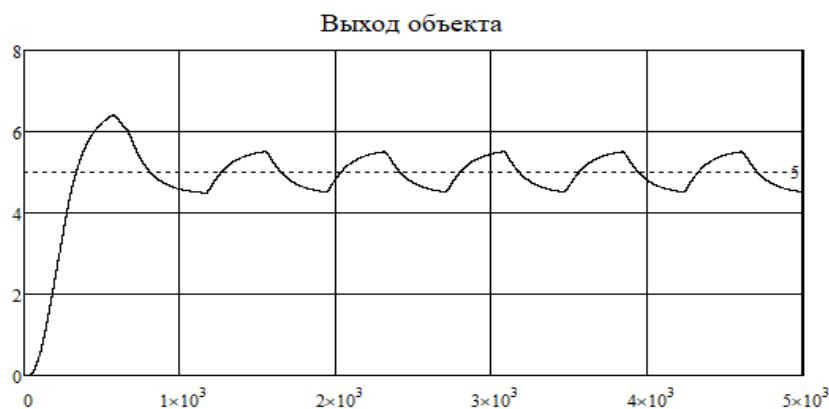


Рис.5. Переходный процесс (Структура 1)

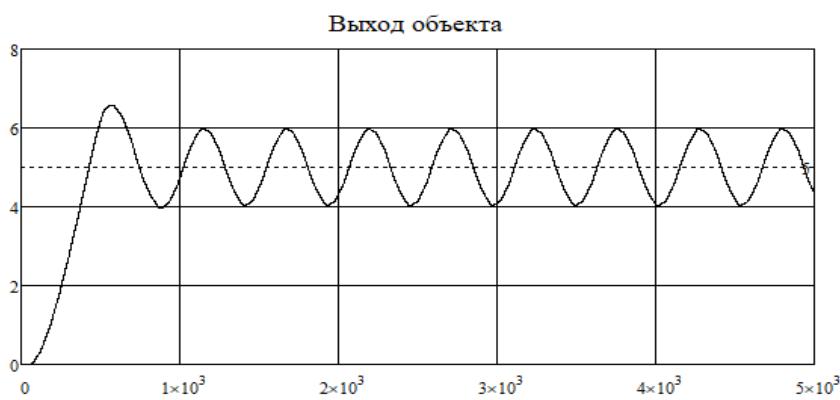


Рис.6. Переходный процесс (Структура 2)

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

310-4

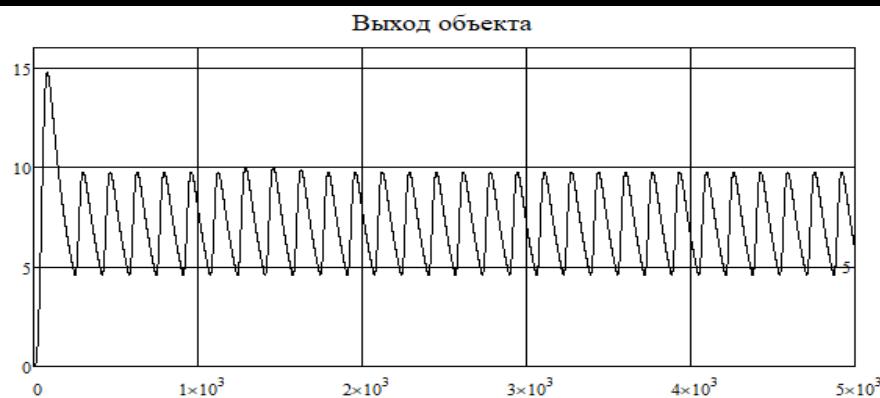


Рис.7. Переходный процесс (Структура 3)

В результате расчётов были получены следующие значения интегрального показателя качества для каждого варианта соответственно:

$$I = 2728; 4297; 11850$$

На рис. 8, 9, 10 изображены переходные процессы для всех трёх структурных схем при использовании логарифмической функции активации.

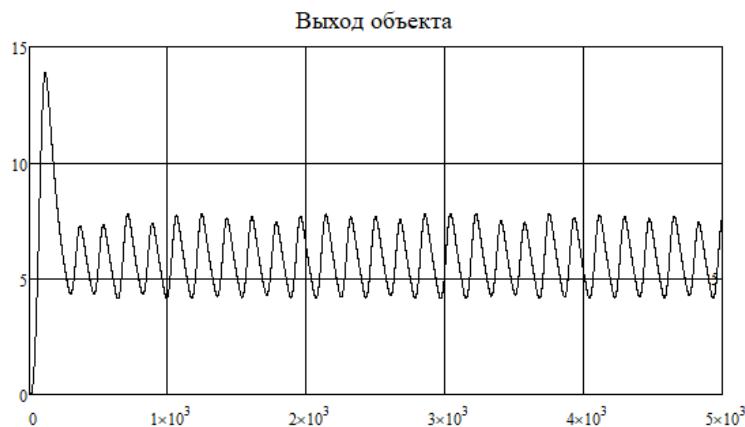


Рис. 8. Переходный процесс (Структура 1)

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
310-5**
12-14 ноября 2020 года

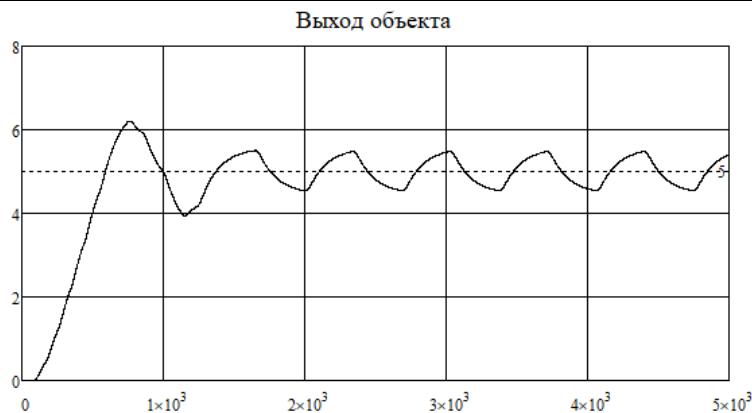


Рис.9. Переходный процесс (Структура 2)

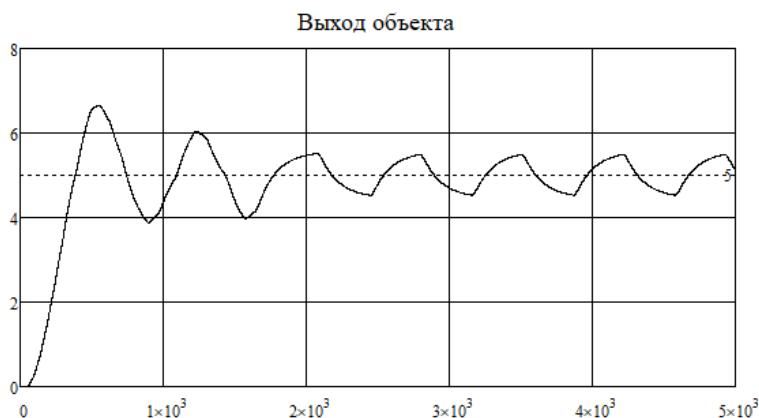


Рис.10. Переходный процесс (Структура 3)

В результате расчётов были получены следующие значения интегрального показателя качества для каждого варианта соответственно:

$$I = 6637; 3403; 3187$$

По результатам проделанных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В работе рассмотрены процессы регулирования АСР с использованием ИНС
2. Данные переходные процессы имеют колебательный характер в связи с тем, что исполнительный механизм представлен интегрирующим звеном и на объект оказывается внешнее возмущающее воздействие
3. Наиболее пригодным к использованию можно принять вариант сочетания первой структуры ИНС и сигмоидальной функции активации, поскольку интегральный показатель качества принимает наименьшее значение.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

310-6

Список литературы:

1. Матричный метод расчетов динамических рекуррентных искусственных нейронных сетей Сабанин В.Р., Дементьев Д.А., Казьмирук И.Ю., Репин А.И./ Молодой ученый 2018 г. 13 выпуск, часть 1. С. 1–9
2. Ж. Л. Лорье. Нейронные сети. Системы искусственного интеллекта/ Ж.Л. Лорье. 1991 год.— 568 с.
3. Автоматические системы регулирования на основе нейросетевых технологий // Сабанин В.Р., Смирнов Н.И., Репин А.И. Сборник трудов конференции Control 2003. МЭИ, 2003. С. 45–51.
4. Управление и инноватика в теплоэнергетике: учебное пособие / А.В. Андрюшин, В.Р. Сабанин, Н.И. Смирнов,—М.: Издательский дом МЭИ, 2011,— 392 с. ил.

Информация об авторах:

Помогаев Александр Сергеевич, студент гр. ТФ-06м-20, НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14 PomogaevAS@mpei.ru

Агибалов Владимир Алексеевич, студент гр. ТФ-06м-20, НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14 AgibalovVA@mpei.ru

Кильчанов Сергей Викторович, студент гр. ТФ-06м-20, НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14 KilchanovSV@mpei.ru

Мезин Сергей Витальевич, к.т.н., доцент, НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14 MezinSV@mpei.ru

Дементьев Данила Андреевич, асп. НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14 DementyevDanA@mpei.ru