

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы технических наук
в современных условиях**

Выпуск VIII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 января 2021 г.)**

г. Санкт-Петербург

2021 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Актуальные вопросы технических наук в современных условиях./ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 8. г. Санкт-Петербург, – НН: ИЦРОН, 2021. 45 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г. Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л.И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А.Ф. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А.Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г. Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г. Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г.В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С.Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г. Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам VIII Международной научно-практической конференции «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г. **Санкт-Петербург**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	5
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00).....	5
НЕЙРОПОДЧИНЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	
Буянкин Виктор Михайлович.....	5
НЕЙРОДИАГНОСТИКА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
Буянкин Виктор Михайлович.....	10
НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ИОННО- ПЛАЗМЕННОЙ УСТАНОВКОЙ	
В.М. Буянкин. Доц., к.т.н. Buyankin	16
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	21
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00).....	21
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00).....	21
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	21
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	21
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРОБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.22.00).....	22
РОЛЬ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЦЕНТРОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ	
Назарян В.В., Антипова В.М.	22
ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ ПО СИСТЕМЕ ТРАМВАЙ-ПОЕЗД.	
Ильченко Д.А., Сажина К.А.	27
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	29
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00).....	29
ОСНОВЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ROI АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	
Стукалин А.А., Чернов Е.В., Давлеткиреева Л.З. к.п.н., доцент кафедры БИиИТ,	29

СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	34
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	34
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	34
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	34
ОБЗОР ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	
Чичков А.В., Майоров П.А.	34
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	38
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	38
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	38
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	38
РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В ТРЕНАЖЕРАХ-ИМИТАТОРАХ СИСТЕМ УЛУЧШЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ	
Л.И. Зайнуллина, О.В. Кирюшин	38
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	42
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	42
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	42
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2021 ГОД	43

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

НЕЙРОПОДЧИНЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Буянкин Виктор Михайлович

Доц., к.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Viktor-Buyankin@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена разработке системы искусственного интеллекта для электропривода с подчиненно-нейронным управлением. С каждым днем требования к работе высокоточных электроприводов повышаются. В реальности из-за нелинейных электромагнитных характеристик электроприводов классический метод подчиненного регулирования, к сожалению, не дает желаемых результатов. Поэтому возникает задача разработки нового подчиненно-нейронного, метода, который способен обеспечить необходимые желаемые статические и динамические характеристики работы цифровых высокоточных прецизионных следящих приводов.

Ключевые слова: статические, динамические, характеристики, искусственный нейроэлектротехнический интеллект электропривода.

Введение, цель исследования, постановка задачи

При проектировании высокоточных прецизионных электроприводов широко используется теория подчиненного регулирования с обратными связями и с наличием нескольких контуров, количество которых соответствует числу контролируемых параметров, таких как ток, напряжение на якоре электродвигателя, скорость вращения, угол поворота цифрового следящего привода (ЦСП) [1],[2],[4]. На входе регулятора каждого из контуров сравниваются сигналы, пропорциональные заданному и действительному значениям выходной величины данного контура, а выходной сигнал регулятора служит задающим сигналом для последующего контура. Подчиненное регулирование прекрасно зарекомендовало себя при синтезе регуляторов линеаризованных объектов управления. В реальности из-за нелинейных электромагнитных и электромеханических характеристик работы цифрового следящего привода (ЦСП) метод подчиненного регулирования, к сожалению, не дает желаемых результатов. Поэтому возникает задача разработки нового подчиненно-нейронного, метода, который способен обеспечить и улучшить необходимые желаемые статические и динамические характеристики работы ЦСП [5].

Решение поставленной задачи

При подчиненно-нейронном регулировании каждый внутренний контур подлежит оптимизации, т. е. такому выбору параметров нейрорегулятора, при котором удовлетворяется заданное качество регулирования. Нейрорегулятор определяется структурой и параметрами соответствующего звена объекта регулирования. Алгоритм двухконтурной нейроадаптивной системы управления на базе ЦСП [3] представлен на рис.1. В системе подчиненно-нейронного регулирования оптимизация контуров производится последовательно. Под

оптимизацией понимается компенсация наибольшей постоянной времени объекта регулирования, что приводит к повышению быстродействия, улучшению статических и динамических характеристик работы контура. Такая оптимизация идет последовательно от первого контура ко второму. Желаемые характеристики контуров настраиваются на модульный и симметричный критерии [4].

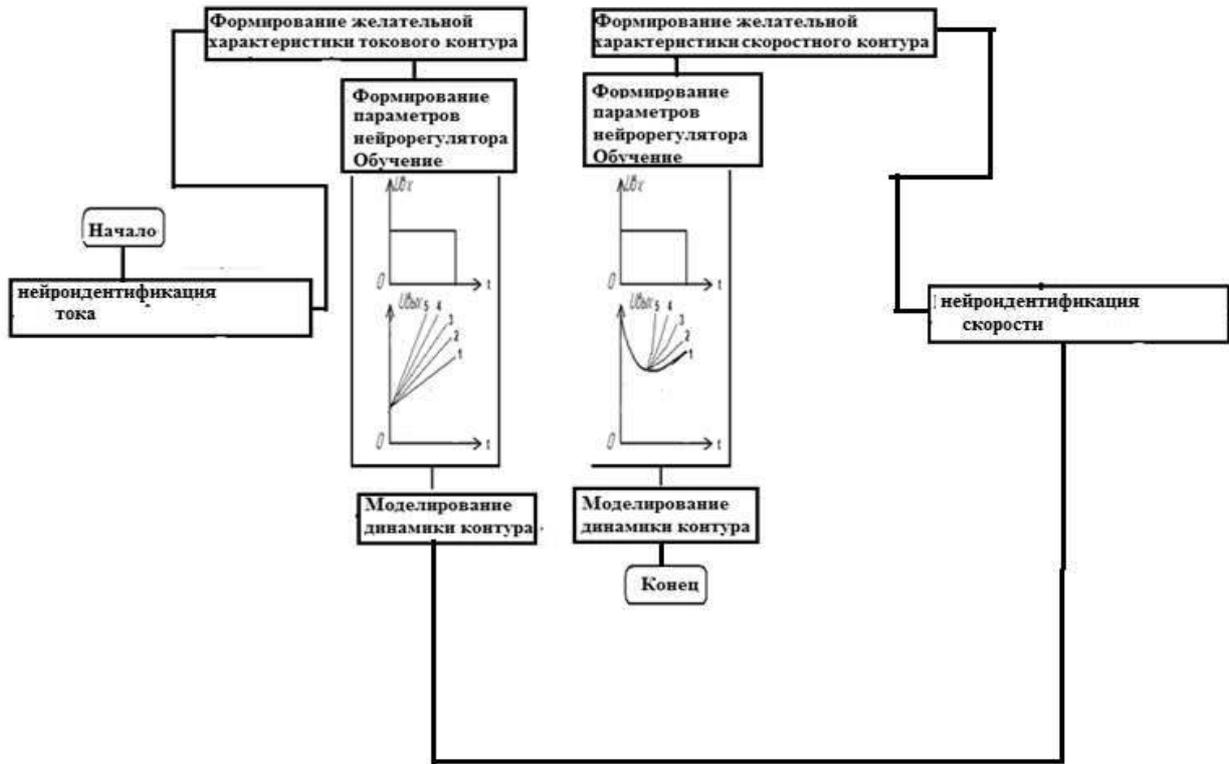


Рис. 1. Блок- схема программы двухконтурного ЦСП с обучающими характеристиками для нейрорегуляторов

При оптимизации первого внутреннего токового контура ЦСП используется нейрорегулятор 1, показанный на рис. 2.



Рис. 2. Первый внутренний токовый контур ЦСП

Система уравнений, описывающая работу нейрорегулятора 1 в токовом контуре ЦСП имеет вид:

$$\begin{aligned}
 E_{1p} &= X_0 W_{11p}' + X_1 W_{12p}' + Y_1 W_{13p}'; \\
 E_{2p} &= X_0 W_{21p}' + X_1 W_{22p}' + Y_1 W_{23p}'; \\
 E_{3p} &= X_0 W_{31p}' + X_1 W_{32p}' + Y_1 W_{33p}'; \\
 E_{4p} &= X_0 W_{41p}' + X_1 W_{42p}' + Y_1 W_{43p}'; \\
 E_{5p} &= X_0 W_{51p}' + X_1 W_{52p}' + Y_1 W_{53p}'; \\
 E_{6p} &= X_0 W_{61p}' + X_1 W_{62p}' + Y_1 W_{63p}';
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{1p} &= \text{purelin}(E_{1p}); \\
 R_{2p} &= \text{purelin}(E_{2p}); \\
 R_{3p} &= \text{purelin}(E_{3p}); \\
 R_{4p} &= \text{purelin}(E_{4p}); \\
 R_{5p} &= \text{purelin}(E_{5p}); \\
 R_{6p} &= \text{purelin}(E_{6p});
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_0' &= R_{1p} W_{1p}' + R_{2p} W_{2p}' + R_{3p} W_{3p}' + R_{4p} W_{4p}' + R_{5p} W_{5p}' + R_{6p} W_{6p}'; \\
 Y_0 &= \text{purelin}(Y_0'),
 \end{aligned} \tag{1}$$

где

$X_1 = X_0 Z^{-1}$ - входной сигнал нейронной сети, задержанный на 1 такт;

$Y_1 = Y_0 Z^{-1}$ - выходной сигналы нейронной сети, задержанный на 1 такт;

Y_0 - выходной сигнал нейронной сети; Y_1 - входной сигнал нейронной сети, задержанный на один, такт;

$E_{1p} \dots E_{6p}$ - выходные сигналы первого слоя нейронов; $W_{11p} \dots W_{63p}$ - веса первого слоя нейронов; $R_{1p} \dots R_{6p}$ -

сигналы на выходе блоков активации первого слоя нейронов; Y_0' - сигнал на выходе второго слоя нейронов;

$W_{1p}' \dots W_{6p}'$ - веса второго слоя нейронов; *pureline* - функция активации.

При оптимизации второго скоростного контура ЦСП используется нейрорегулятор 2. Желаемая характеристика настраивается на симметричный оптимум

[5]. Система уравнений, описывающая работу нейрорегулятора 2 в скоростном контуре ЦСП имеет вид:

$$\begin{aligned}
E_{1pc} &= X_0 W_{11pc}' + X_1 W_{12pc}' + X_2 W_{13pc}' + Y_1 W_{14pc}'; \\
E_{2pc} &= X_0 W_{21pc}' + X_1 W_{22pc}' + X_2 W_{23pc}' + Y_1 W_{24pc}'; \\
E_{3pc} &= X_0 W_{31pc}' + X_1 W_{32pc}' + X_2 W_{33pc}' + Y_1 W_{34pc}'; \\
E_{4pc} &= X_0 W_{41pc}' + X_1 W_{42pc}' + X_2 W_{43pc}' + Y_1 W_{44pc}'; \\
E_{5pc} &= X_0 W_{51pc}' + X_1 W_{52pc}' + X_2 W_{53pc}' + Y_1 W_{54pc}'; \\
R_{6pc} &= X_0 W_{61pc}' + X_1 W_{62pc}' + X_2 W_{63pc}' + Y_1 W_{64pc}';
\end{aligned}$$

$$R_{1pc} = \text{purelin}(E_{1pc});$$

$$R_{2pc} = \text{purelin}(E_{2pc});$$

$$R_{3pc} = \text{purelin}(E_{3pc});$$

$$R_{4pc} = \text{purelin}(E_{4pc});$$

$$R_{5pc} = \text{purelin}(E_{5pc});$$

$$R_{6pc} = \text{purelin}(E_{6pc});$$

$$\begin{aligned}
Y'_{0c} &= R_{1pc} W'_{1pc} + R_{2pc} W'_{2pc} + R_{3pc} W'_{3pc} + R_{4pc} W'_{4pc} + R_{5pc} W'_{5pc} + R_{6pc} W'_{6pc}; \\
Y_0 &= \text{purelin}(Y'_{0c}),
\end{aligned}$$

(2)

где

$X_1 = X_0 Z^{-1}$ - входной сигнал нейронной сети, задержанный на 1 такт;

$Y_1 = Y_0 Z^{-1}$ - выходной сигнал нейронной сети, задержанный на 1 такт;

$Y_2 = Y_0 Z^{-2}$ - выходной сигнал нейронной сети, задержанный на 2 такта;

Y_0 - выходной сигнал нейронной сети; Y_1 - входной сигнал нейронной сети, задержанный на один, такт;

$E_{1pc} \dots E_{6pc}$ - выходные сигналы первого слоя нейронов; $W_{11pc} \dots W_{64pc}$ - веса первого слоя нейронов;

$R_{1pc} \dots R_{6pc}$ - сигналы на выходе блоков активации первого слоя нейронов; Y'_0 - сигнал на выходе второго слоя

нейронов; $W'_{1pc} \dots W'_{6pc}$ - веса второго слоя нейронов; *pureline*-функция активации.

Двухконтурная нейроадаптивная система управления для ЦСП представлена на рис. 3. Параметры ЦСП сравниваются с желаемой характеристикой скоростного контура. В результате сравнения получаются данные для обучения нейрорегулятора 2 скоростного контура.

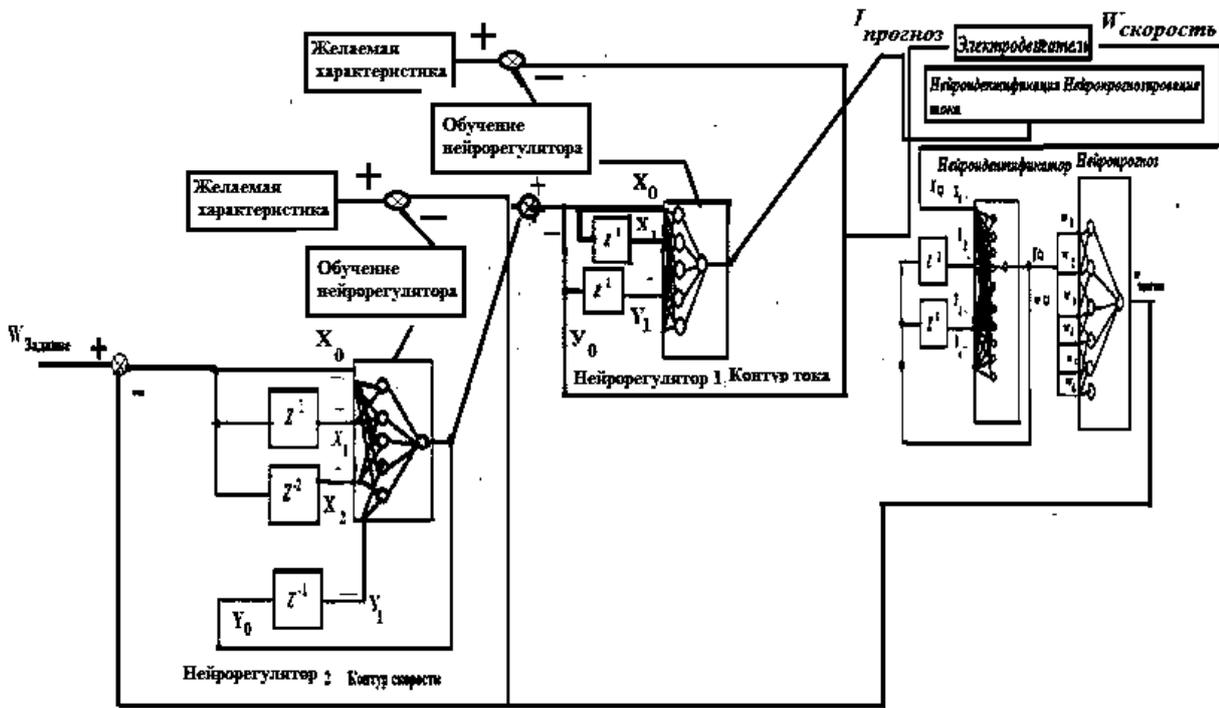


Рис. 3. Двухконтурная адаптивная система подчиненно-нейронного управления ЦСП

На рис.4 представлены переходные процессы работы ЦСП с двухконтурной нейроэлектротехнической интеллектуальной системой подчиненно-нейронного управления, которые были смоделированы в среде МАТЛАБ.

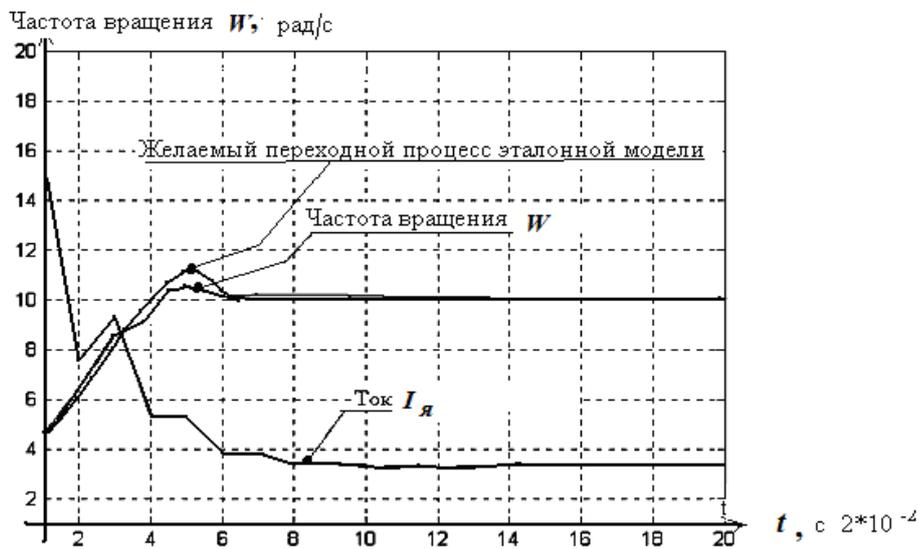


Рис. 4. Переходные процессы работы ЦСП, смоделированные в среде МАТЛАБ

Выводы

По переходным процессам работы ЦСП (рис.4) можно сделать заключение, что система искусственного интеллекта для электропривода с подчиненно-нейронным управлением для двухконтурного электропривода, работающая по принципу подчиненно-нейронного регулирования, может обеспечивать улучшенные желаемые статические и динамические характеристики электропривода.

Список литературы

1. Буянкин, В.М. Интегральный, пропорциональный, дифференциальный нейрорегулятор // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». — 2006. — №3 — С. 56—61.
2. Буянкин, В. М. Двухконтурная система нейрорегулирования электроприводом с нейросамонастройкой // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. — 2006.— №8. — С. 90—94.
3. Буянкин, В.М. Разработка метода адаптивного подчиненного регулирования нейрорегуляторами для управления многоконтурными следящими электроприводами для мехатронной системы работа с параллельной механикой//Промышленные АСУ и контроллеры-2016-N12.-С.-32-36.
4. Буянкин, В. М. Нейрорегулирование электродвигателями электроприводами. Издание LAMBERN Academic Publishing Germany, 2015г С. 160.
5. Буянкин, В.М. Разработка метода адаптивного подчиненного регулирования нейрорегуляторами для управления многоконтурными следящими электроприводами для мехатронной системы работа с параллельной механикой//Промышленные АСУ и контроллеры-2016-N12.-С.-32-36.

НЕЙРОДИАГНОСТИКА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Буянкин Виктор Михайлович

Доц., к.т.н. МГТУ им. Н.Э. Баумана

Viktor-Buyankin@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются этапы проектирования системы нейродиагностики прогнозирования аварийных ситуаций и перегрузок электропривода, аварийных значений тока в якоре электродвигателя постоянного тока. В комбинированной многопараметрической системе используются различные нейронные сети с использованием нечеткой логики. Тестирование системы показало достаточную высокую степень адекватности в определении неисправностей и аварийных режимов работы электропривода.

Введение, постановка задачи проектирования

При длительной работе электроприводов происходит износ оборудования, приводящий к поломкам и аварийным ситуациям. В таких случаях приходится распознавать, прогнозировать и определять неисправности, предсказывая будущие отказы. Прогнозирование неисправностей и оценка качества функционирования с выявлением возможных отказов является довольно сложной и трудоемкой проблемой [1]. Поэтому приходится решать задачу проектирования нейросетевой диагностической системы для определения неисправных узлов с нейропрогнозированием, что позволит повысить надежность функционирования элементов электропривода.

На рис.1 представлена структурная схемы комбинированной многопараметрической системы искусственного интеллекта [1], [2] для нейродиагностики и нейропрогнозирования аварийных режимов работы электропривода на базе ансамбля нейронных сетей. Комбинированная система нейродиагностики электропривода состоит из ансамблей нейронных сетей с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки для прогноза на такт вперед будущих значений тока в обмотке возбуждения $I_{ов}(n+1)$, напряжения в якоре электродвигателя $U_{я}(n+1)$, двух гибридных нейронных сетей с нечеткой логикой для прогноза на такт вперед будущих значений как тока якоря $I_{я}(n+1)$, так и частоты вращения $N_{ов}(n+1)$ вала электродвигателя.

В системе прогнозируемые параметры сравниваются с максимальными аварийными и поступают в экспертную нейронную сеть, которая предсказывает состояние работы элементов электропривода, формируя сигналы предотвращения аварийных ситуаций.

Этапы проектирования комбинированной многопараметрической системы искусственного интеллекта для нейрорегуляции и нейропрогнозирования аварийных режимов работы электропривода на базе ансамбля нейронных сетей состоят из (рис.1): нейропрогнозирования статических и динамических характеристик элементов электропривода: лингвистического описания неисправностей; формирования нейронной сети; обучения нейронной сети; проверки и тестирования системы нейрорегуляции.

Комбинированная система нейрорегуляции электропривода, состоит из ансамблей нейронных сетей с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки для прогноза на такт вперед будущих значений тока в обмотке возбуждения $I_{об}(n+1)$, напряжения в якоре электродвигателя $U_{я}(n+1)$ и двух гибридных нейронных сетей с нечеткой логикой для прогноза на такт вперед будущих значений как тока якоря $I_{я}(n+1)$, так и частоты вращения $N_{об}(n+1)$.

В комбинированной системе нейропрогнозирующей диагностики (рис 1) окончательное решение об исправности элементов электропривода принимает экспертная нейронная сеть, на вход, которой поступают сигналы X_1, X_2, X_3, X_4 .

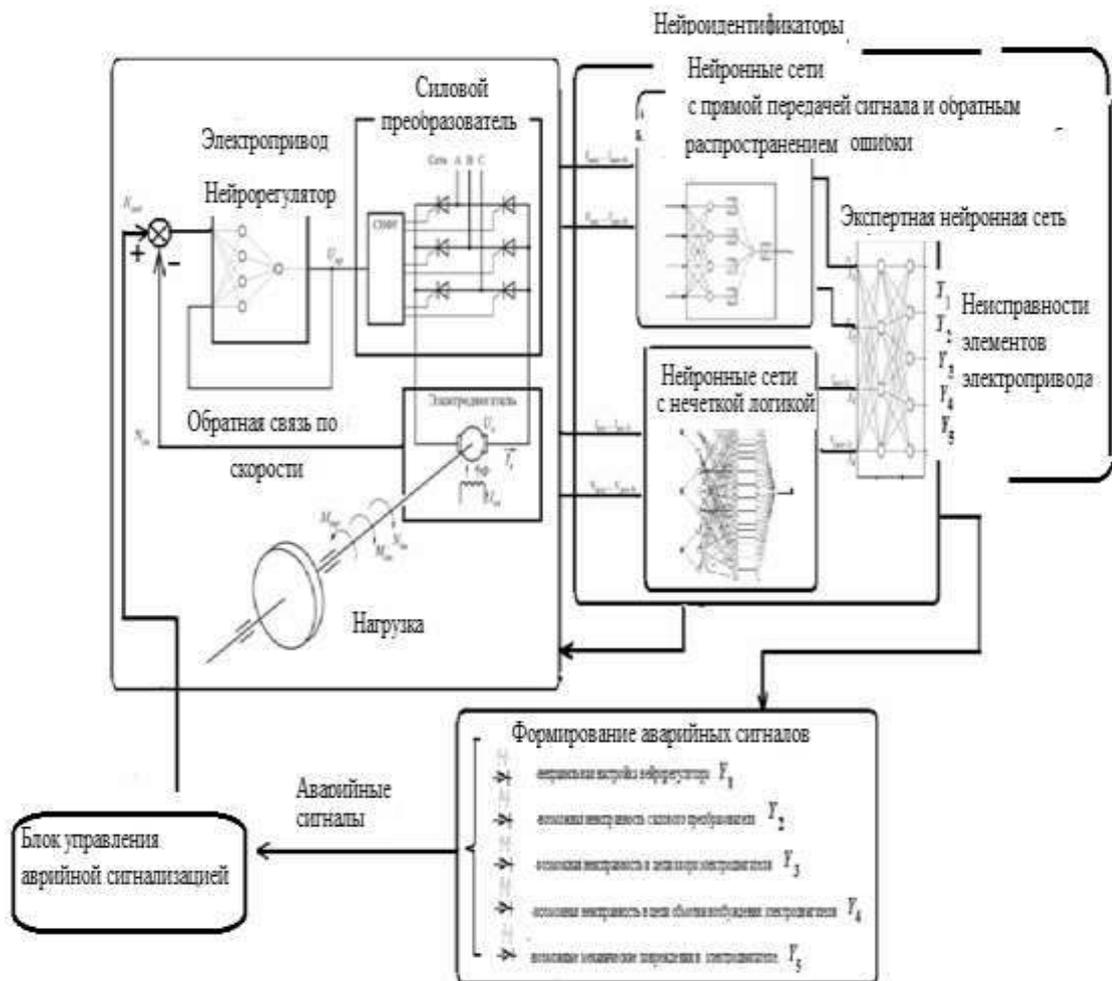


Рис. 1. Структурная схема комбинированной многопараметрической системы искусственного интеллекта для нейрорегуляции

Принцип построения экспертной нейронной сети состоит в следующем. Составляются вопросы, ответы которые имеют бинарный вид, т.е «Да» или «Нет». При составлении « вектора опроса », если при диагностике следует ответ «Да», то компоненту вектора присваивается 1, если «Нет»-то 0.

Проведем лингвистическое описание выходного вектора неисправности электропривода:

- 1.Если $Y_1=1$ -неправильная настройка нейрорегулятора;
- 2.Если $Y_2=1$ -возможная неисправность силового преобразователя;
- 3.Если $Y_3=1$ -возможная неисправность в цепи якоря электродвигателя;
4. Если $Y_4=1$ -возможная неисправность в цепи обмотки возбуждения; электродвигателя
5. Если $Y_5=1$ -возможные механические повреждения в электродвигателе.

Для обучения экспертной системы на базе нейронной сети разработана таблица 1, в которой имеются данные вектора входа X_1, X_2, X_3, X_4 и данные вектора выхода Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 . Данные вектора выхода сигнализируют о конкретных неисправностях элементов электропривода.

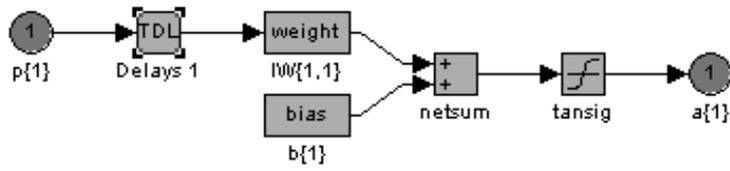
Таблица 1. Данные для обучения экспертной нейронной сети

Входы нейронной сети (X)

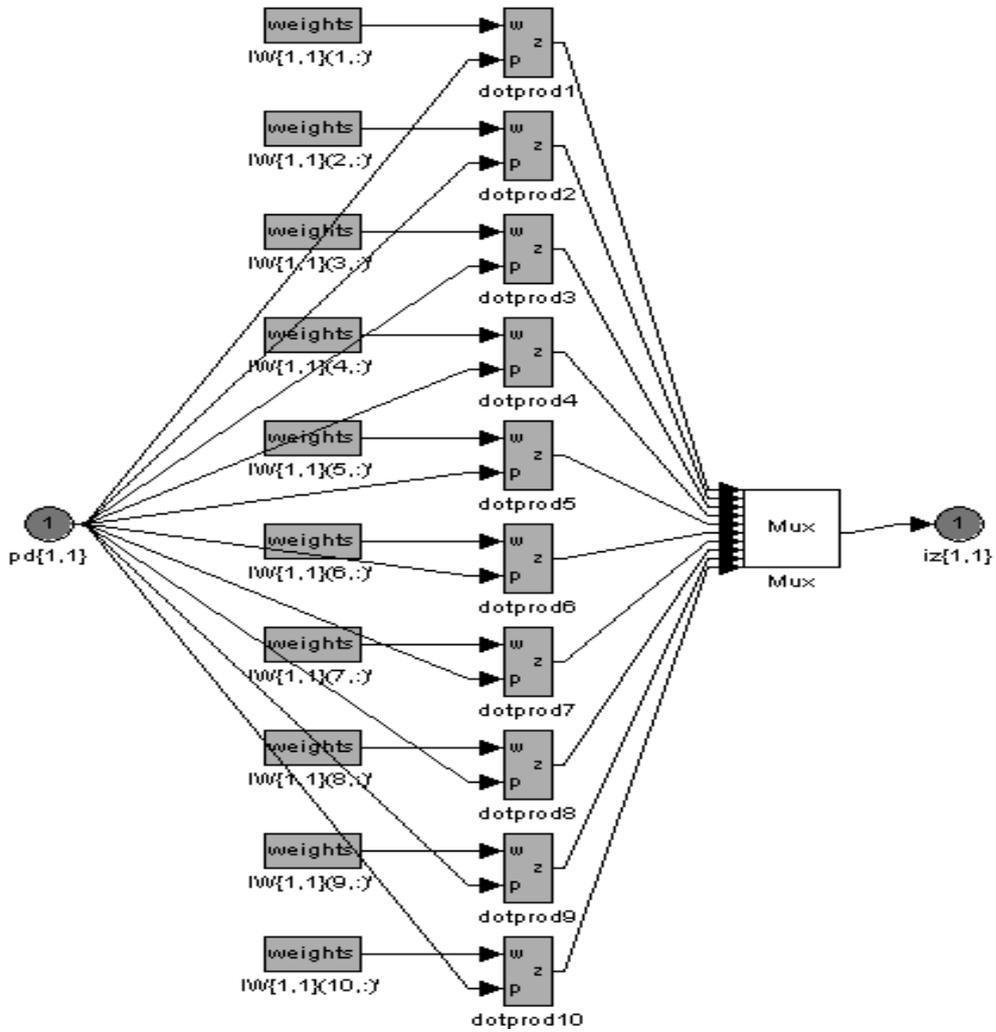
Выходы нейронной сети (Y)

X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1

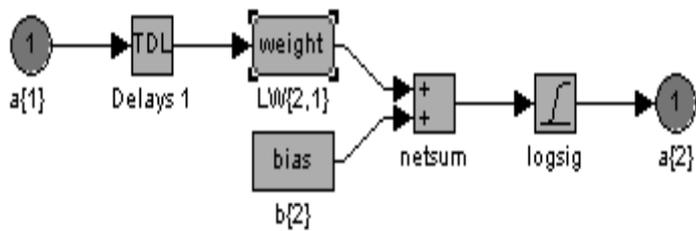
В результате лингвистического описания входных и выходных сигналов получим экспертную нейронную сеть с четырьмя входами и пятью выходами (рис.2).



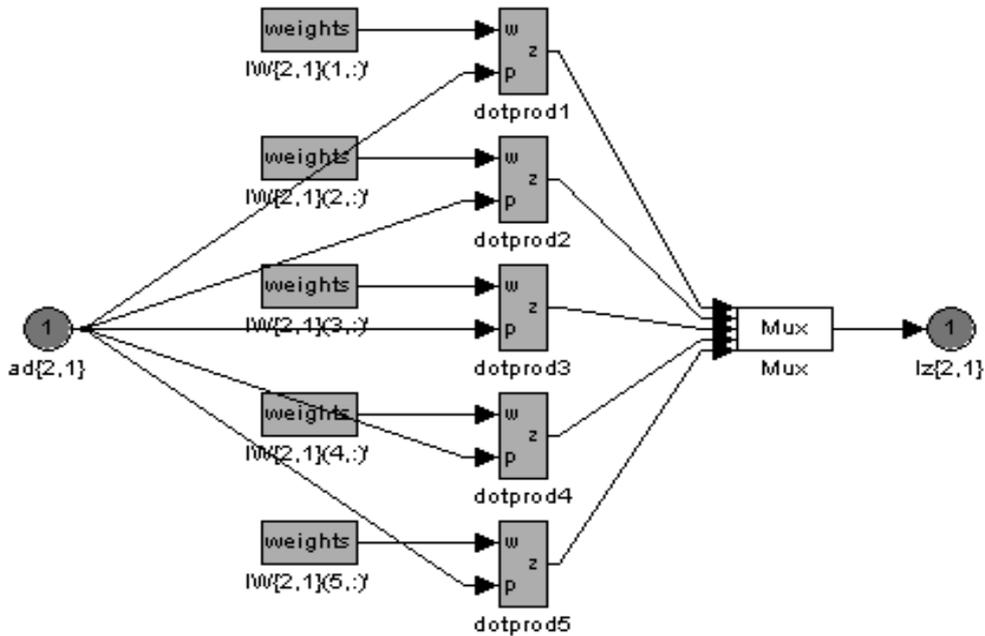
(a)



(b)



(B)



(г)

Рис. 2. Экспертная нейронная сеть с четырьмя входами и пятью выходами для заключительных диагностических выводов (а, б) первый слой из 10 нейронов, (в, г) второй слой из 5 нейронов

Работу экспертной нейронной сети для заключительных диагностических выводов можно описать следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 E_1 &= X_1W_{11} + X_2W_{12} + X_3W_{13} + X_4W_{14} + B_1; \\
 E_2 &= X_1W_{21} + X_2W_{22} + X_3W_{23} + X_4W_{24} + B_2; \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 E_{10} &= X_1W_{101} + X_2W_{102} + X_3W_{103} + X_4W_{104} + B_{10}; \\
 R_1 &= \tan \operatorname{sig}(E_1); \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 R_{10} &= \tan \operatorname{sin}(E_{10}); \\
 Y'_0 &= R_1W'_1 + \dots\dots\dots + R_{10}W'_{10} + B'_{10}; \\
 Y_1 &= \log \operatorname{sig} Y'_0; \\
 Y_2 &= \log \operatorname{sig} Y'_0; \\
 Y_3 &= \log \operatorname{sig} Y'_0; \\
 Y_4 &= \log \operatorname{sig} Y'_0; \\
 Y_5 &= \log \operatorname{sig} Y'_0;
 \end{aligned}$$

(1)

где $X_1 \dots X_4$ - входные сигналы нейронной сети; $Y_1 \dots Y_5$ - выходные сигналы нейронной сети; $E_1 \dots E_{10}$ - выходные сигналы первого слоя нейронов; $W_{11} \dots W_{104}$ - веса первого слоя нейронов; $B_1 \dots B_{10}$ - смещения первого слоя нейронов; $R_1 \dots R_{10}$ - сигналы на выходе блоков активации первого слоя нейронов; Y_0' - сигнал на выходе второго слоя нейронов; $W_1' \dots W_{10}'$ - веса второго слоя нейронов; B_{10}' - смещение второго слоя нейронов.

Нейронная сеть обучалась в различных режимах. На рис.4 приведена зависимость ошибки обучения от числа эпох по входам $X [X_1, X_2, X_3, X_4]$ и выходам $Y [Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5]$.

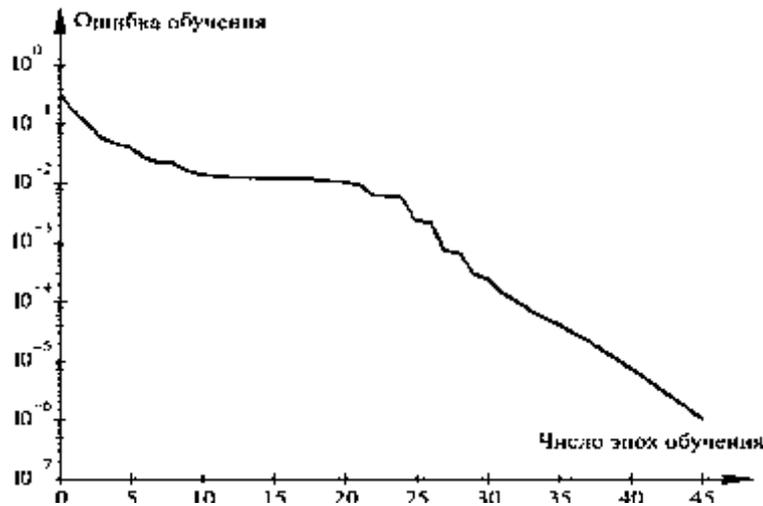


Рис. 3. Зависимость ошибки обучения от числа эпох по входам X и выходам Y

После моделирования и обучения нейронной сети в среде МАТЛАБ получим необходимые веса и смещения.

Введем значение входного вектора $X=[1; 0; 0; 0]$. Получим выходной вектор $Y=[10000]$, который достоверно на (100%) выдает неисправность в виде неправильной настройки нейрорегулятора в электроприводе [4], [5].

Результаты тестирования работы показали достаточную высокую степень адекватности определения неисправностей, что позволяет сделать вывод о возможности практического использования комбинированной многопараметрической системы искусственного интеллекта для нейродиагностики и нейропрогнозирования аварийных режимов работы электропривода на базе ансамбля нейронных сетей.

Выводы

Разработана комбинированная многопараметрическая система искусственного интеллекта для нейродиагностики и нейропрогнозирования аварийных режимов работы электропривода на базе ансамбля нейронных сетей. Тестирование системы показало достаточную высокую степень адекватности определения неисправностей, что позволяет сделать вывод о повышении надежности работы и исключения аварийных ситуаций в электроприводе.

Список литературы

1. Буянкин В.М. Применение нейронных сетей для управления ” Нейросетевые методы повышения эффективности систем управления сложными элементами электротехнических установок” Издание LAMBERN Academic Publishing Germany, 2011г 265с.
2. V Buyankin. Methods of synthesis of neural regulators for adaptive TONFC control systems Издание LAMBERT Academic Publishing Germany, 2019г.
3. Буянкин В. М., Нейродиагностика электропривода 7-ая Международная научно-практическая конференция Новейшие достижения Европейской науки,-2011. Том 40 Современные информационные технологии София. «Бял ГРАД-БГ» ООД - 64 стр.(18-25)
4. Буянкин В. М., Разработка методики синтеза нейропрогнозирующей идентификации с использованием нечетких нейронных сетей при неполных неточных статических и динамических характеристик сложных электротехнических установок ансамблем нейронных сетей. Научно-техническая конференция. Нейроинформатика- 2011 (Приложения информатики в медицине, технике, экономике, и в естественных и гуманитарных науках) Москва МИФИ 2011 г.
5. V Buyankin. Neuroprotection and Timely Troubleshooting of Electric Drive Equipment. Advances in Systems Science and Applications, [s.l.], v.18, n / 1, p. 132-141, may 2018. ISSN 1078-6236. Available at: <http://ijassa.ipu.ru/ojs/ijassa/article/view/573>. Date accessed: 25 may 2018. doi: <http://doi.org/10.25728/assa.2018.18.1.573>.

НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ ИОННО- ПЛАЗМЕННОЙ УСТАНОВКОЙ

В.М. Буянкин. Доц., к.т.н. Buyankin

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Viktor-Buyankin@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются этапы проектирования неросистемы для управления ионно-плазменной установкой. Современное развитие науки и техники предъявляет все более высокие требования к точности управления техническими объектами с нелинейными характеристиками (ТОННХ). Примером является ионно-плазменные установки. Существующие традиционные методы управления такими классами ТОННХ (оптимальное, адаптивное, экстремальное, стохастическое) требуют решения большого количества линейных и нелинейных дифференциальных уравнений, что усложняет и затрудняет процессы идентификации, управления, диагностики работоспособности оборудования для ионно-плазменных установок. Поэтому для решения проблемы повышения точности работы необходимо разрабатывать новые системы искусственного нейротеллекта. В статье рассматривается проектирование ПИ-нейрорегулятора на базе многослойной нейронной сети с прямой передачей сигнала и с обратным распространением ошибки. Экспериментальное исследование с ПИ-нейрорегулятором системы искусственного нейротеллекта для управления ионно-плазменной установкой показали наилучшие характеристики стабилизации давления плазмы, уменьшение пульсации давления, что обеспечивало более высокие показатели качества напыления технологических деталей. Экспериментальное исследование с ПИ-нейрорегулятором системы искусственного нейротеллекта для управления ионно-плазменной установкой показали наилучшие

характеристики стабилизации давления плазмы, уменьшение пульсации давления, что обеспечивало более высокие показатели качества напыления технологических деталей.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, нейрорегулятор, ионно-плазменная установка

Введение

С появлением нанотехнологий повысились требования к точности работы ионно-плазменных установок, предназначенных для напыления нанослоев (10-50 нм) лития, хрома, никеля на детали с целью повышения жаропрочности, коррозионной стойкости и увеличения срока службы. Ионизированная плазма представляет собой многомерный технический объект с нелинейными и нечеткими характеристиками [1,2]. Физические процессы в ионизированной плазме сложны. На стабильность и точность ионно-плазменного напыления в той или иной степени влияет большое количество взаимосвязанных параметров. В процессе напыления может меняться порядок системы дифференциальных уравнений, которые описывают динамические и статические характеристики ионизированной плазмы. Многие традиционные математические модели ионизированной плазмы во многих случаях неадекватны реальному процессу. Так как ионно-плазменное напыление является сравнительно новой технологией, то работ, посвященных управлению ионизированной плазмой, мало. Основными факторами, сдерживающими широкое внедрение систем управления ионизированной плазмой, являются: недостаточная информация о статических и динамических характеристиках; невысокая точность функциональных зависимостей, описывающих процесс напыления; отсутствие методов, методик и алгоритмов управления ионно-плазменных установок.

Постановка задачи

Решение проблемы повышения точности ионно-плазменных установок возможно при применении новых [3,4] управления. В настоящее время системы управления создаются на базе стандартных классических регуляторов, которые широко зарекомендовали себя благодаря своей простоте и высокой надежности для линеаризованных объектов управления. Однако, эти регуляторы не могут оперативно самообучаться, перестраивать свои структуры, варьировать коэффициенты при изменении параметров технических объектов. Стандартные классические регуляторы не могут вырабатывать упреждающее прогнозируемое управление, которое является необходимым для качественной работы ионно-плазменных установок. Поэтому возникает задача разработки систем искусственного интеллекта с нейрорегуляторами.

Описание ионно-плазменной установки

Ионно-плазменная установка предназначена для нанесения жаростойких, коррозионно-стойких и эрозионно-стойких покрытий технологических деталей, твердых покрытий из соединений металлов на режущий инструмент, а также позволяет проводить процессы ионной обработки поверхности – ионное травление и ионное насыщение обрабатываемой поверхности металлическими ионами. На фото 1. Представлены составные части ионно-плазменной установки.

Ионно-плазменная установка предназначена для решения следующих задач:

1. Для нанесения защитных, жаростойких, эрозионно-стойких, износостойких и других видов покрытий.
2. Для ионного («сухого») травления поверхности деталей с целью контроля макроструктуры литых лопаток турбин, удаления рекристаллизованного слоя с поверхности монокристаллических деталей, повышения малоциклового усталости ответственных технологических деталей, подготовки поверхности детали к покрытию.

3. Для ионного насыщения поверхности детали чистыми металлами и сплавами с целью изменения структурно-фазового состояния поверхности детали и многократного повышения ее служебных характеристик (коррозионной стойкости, жаростойкости, усталостной прочности и др.)

4. Для ремонта покрытия на технологических деталях путем повторного нанесения покрытия при условии удаления с покрываемой поверхности отработавшего ресурс покрытия.



Фото 1. Оборудование ионно-плазменной установки

Проектирование ПИ-нейрорегулятора

При проектировании ПИ-нейрорегулятора воспользуемся многослойной нейронной сетью с прямой передачей сигнала и с обратным распространением ошибки с шестью нейронами [1,2,3].. Функциональная схема нейронной сети ПИ-нейрорегулятора представлена на рис. 1.

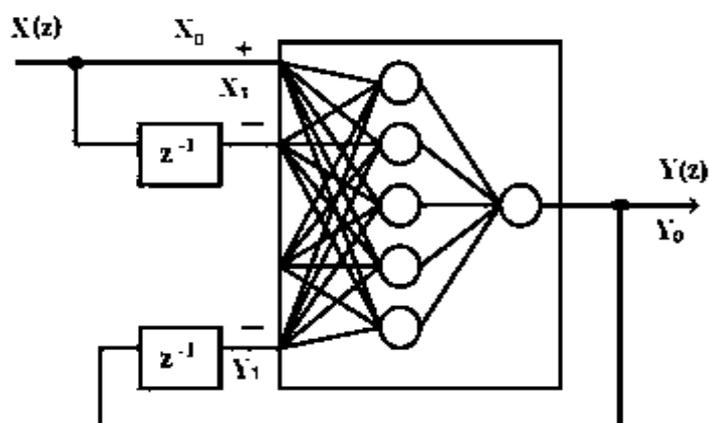


Рис. 1. Функциональная схема ПИ-нейрорегулятора

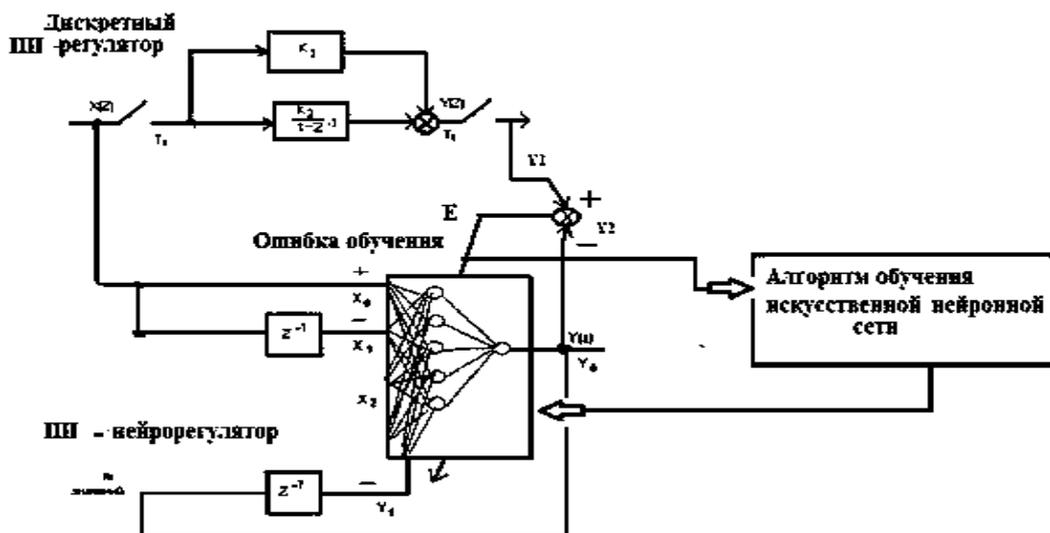


Рис. 2. Схема обучения ПИ-нейрорегулятора

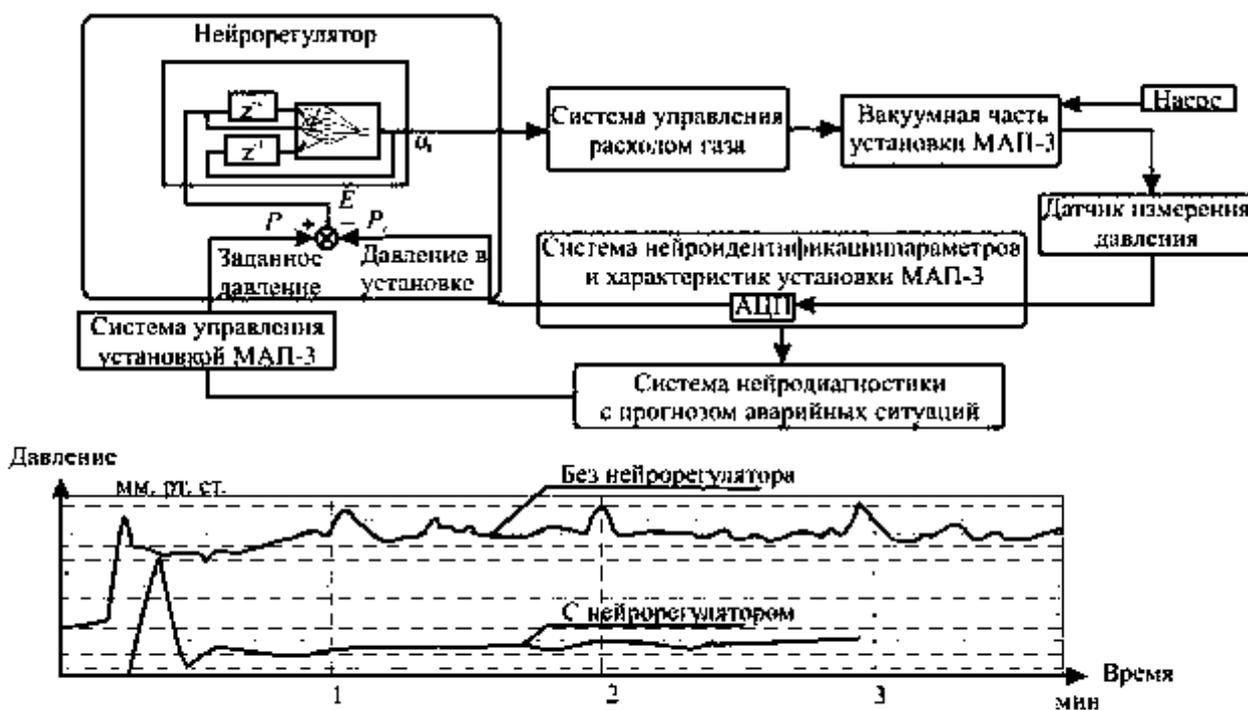


Рис.3. Функциональная схема нейросистемы контура стабилизации давления в ионно-плазменной установке с системой искусственного интеллекта

Заключение

Экспериментальное исследование с ПИ-нейрорегулятором системы искусственного нейротеллекта (рис.3) для управления ионно-плазменной установкой показали наилучшие характеристики стабилизации давления плазмы, уменьшение пульсации давления, что обеспечивало более высокие показатели качества напыления технологических деталей.

Литература

1. Буянкин V.M. Primenenie of neural networks for management "Nejrosetevye methods of increase of efficiency of control systems of difficult elements of electrotechnical installations" Edition LAMBERN Academic Publishing Germany, 2011г 265с.
2. Буянкин V.M. Nejroidentifikatsija of characteristics of installation with an ionic-plasma dusting for drawing of heat resisting coverings. 51st scientific conference МФТИ "Modern problems fundamental and applied sciences". 2008
3. Буянкин V.M. Nejroidentifikatsija of physical processes at an ionic-plasma dusting (computer science Appendices in medicine, the technician, economy, and in natural and the humanities). "Scientific and technical conference Neiroinformatika - 2009" МЕРPhI.
4. Буянкин V.M. Nejroidentifikatsija of characteristics of installation with an ionic-plasma dusting for drawing of heat resisting coverings. The All-Russia scientific and technical conference "Machine-building technologies" of 2008 of MGTU of N.E. Bauman
5. Буянкин V. M, Smirnov V.V. Nejroupravlenie the ionised plasma at a technological dusting. The eighth international scientific conference "Nejrosetevye of technology and their application НСТыП-2009". The Donbass state machine-building academy.
6. Designing of elements of artificial intelligence for management of the electric drive, нейрорегуляторы 273-274 with. XVII All-Russia scientific conference «Nejrokompjutyry and their application». Theses of reports. - m: МГППУ, 2019. - 472 with

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРОБЛЕСТРОЕНИЕ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.22.00)

РОЛЬ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЦЕНТРОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Назарян В.В., Антипова В.М.

РУТ (МИИТ), РФ, г. Москва

Введение

Железнодорожный транспорт России, выполняет основной объем грузовых и пассажирских перевозок. По объему перевозок и многим качественным показателям железные дороги России занимают ведущее место в мире. Успешная работа железнодорожного транспорта во многом определяется достаточно высоким уровнем технического оснащения, технологии и организации перевозочного процесса.

Главные цели деятельности общества – обеспечение потребностей государства, юридических и физических лиц в железнодорожных перевозках, работах и услугах, оказываемых железнодорожным транспортом, а также извлечение прибыли.

Компания реформируется путем реструктурирования ее в систему вертикально-интегрированных бизнес-единиц, одной из которых является Дирекция управления движением.

Данная реорганизация, как и всякая другая, решая одни проблемы, выявляет другие, требующие внимания.

В недавнем прошлом все линейные предприятия были встроены в общую вертикаль территориальной системы управления: руководство компании – дорога – отделение – линейный уровень. Сегодня административное управление этими предприятиями “разводится” по различным бизнес-единицам, в соответствии с их отраслевой специализацией.

В данной работе рассматривается роль, цели и задачи центров организации работы железнодорожных станций на примере Ростовского ДЦС.

2 Ростовский центр организации работы станций.

2.1 История возникновения и характеристика Ростовского центра

Из истории развития железнодорожного транспорта в России становится ясно, что строительство железной дороги на Северном Кавказе началось с прокладки линий Шахтная – Аксай (1861), Зверево – Шахтная (1871), Аксай – Ростов (1875). 15 декабря 1863г. торжественно была открыта одна из станций дороги – Максимовка, с 1 мая 1902г. – ст.Каменоломни. На этой станции располагался «Дом для паровой машины и машиниста», открытие которого состоялось 29 декабря 1863г. Эту дату принято считать датой основания первого на дороге паровозного депо.

10 января 1864г. открылось движение поездов на Грушевско – Аксайской железной дороге. Именно эта дата считается днем рождения нынешней Северо-Кавказской магистрали, которая начиналась с территории, где теперь расположен Ростовский Центр организации работы железнодорожных станций.

- 17 промежуточных станций.
- 1-го класса – 3 станции (Каменоломни, Ростов-Товарный, Марцево).
- 2-го класса - 3 станций (Ростов-Западный, Таганрог, Хотунок).
- 3-го класса - 4 станции
- 4-го класса - 12 станций
- 5-го класса- 6 станций.

Станции, входящие в состав центра обслуживают морские и речные порты, через которые осуществляется перевалка внешнеторговых грузов. К таким станциям относятся Таганрог, Усть-Донецк и Кизитеринка.

2.2 Функции и задачи центра

На центр организации работы станций возложено ряд наиважнейших функций, обеспечивающих бесперебойное функционирование железнодорожного транспорта на вверенной Центру территории.

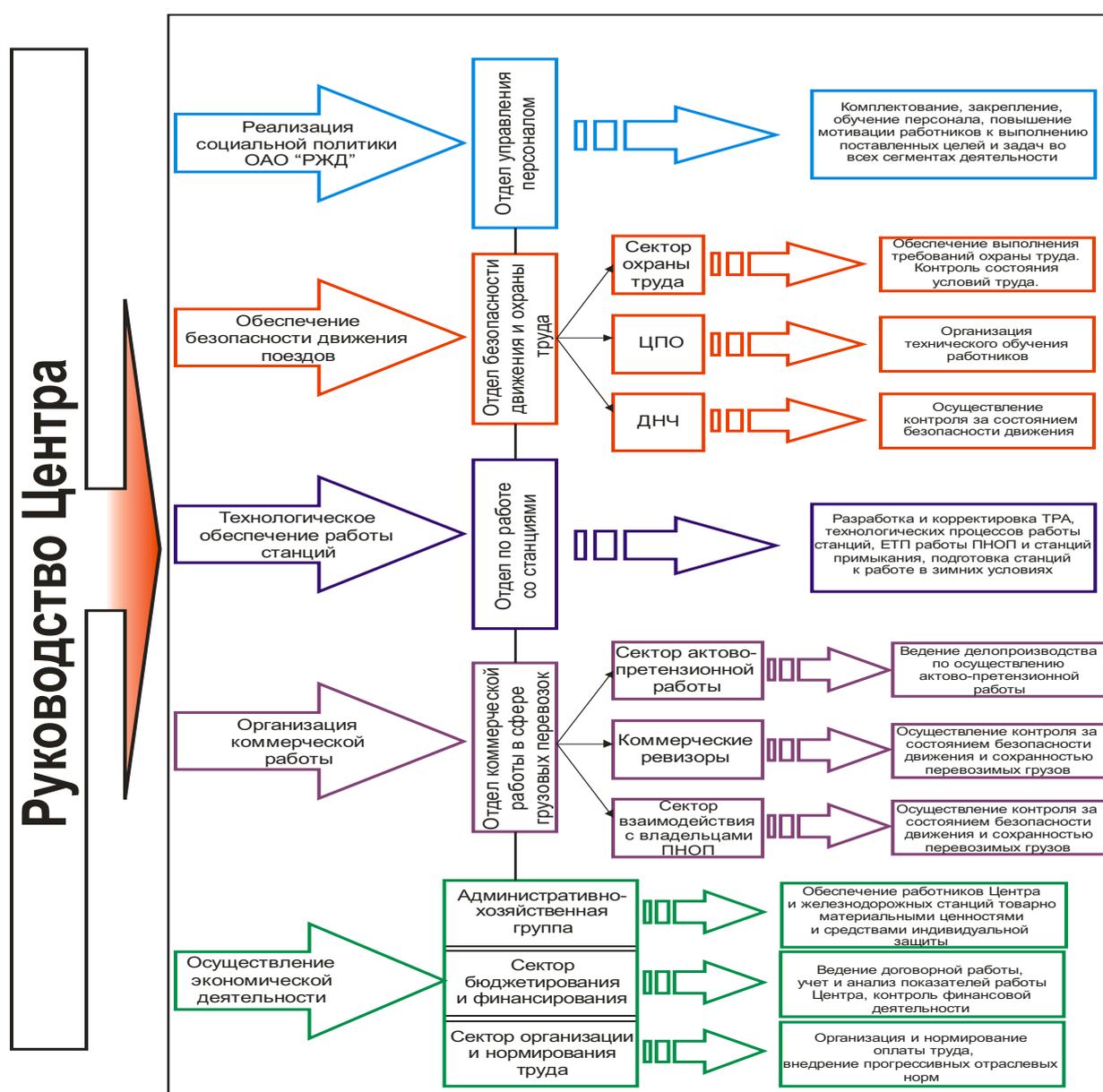


Рисунок 2 – Основные функции центра организации работы станций

Центр по роду деятельности взаимодействует с другими предприятиями и дочерними обществами ОАО «РЖД», которое осуществляется на основании регламентов, утвержденных начальником дороги.

2.3 Роль и функции станций в организации перевозочного процесса

Основными функциями станций центра являются:

- обеспечение безопасности движения поездов, производства маневровой работы и сохранности перевозимых грузов;
- планирование и организация работы станции по обеспечению местной и грузовой работы в соответствии с планом и заданиями службы движения;
- обеспечение своевременной подачи вагонов на фронты погрузки и выгрузки на местах общего и не общего пользования;
- выполнение регулировочных заданий по отправлению порожних вагонов в соответствии с приказом-заданием службы движения;
- организация работы маневровых локомотивов и взаимодействие с работниками локомотивного депо по обеспечению местной работы;
- взаимодействие с работниками вагонного депо по организации ремонта неисправных вагонов и подготовке вагонов под погрузку;
- регулирование парка грузовых вагонов в соответствии с нормами технического плана, распоряжениями службы движения;
- взаимодействие с владельцами мест необщего пользования, грузоотправителями, грузополучателями, операторскими компаниями.

В соответствии с этим, становится очевидна важнейшая роль станций в организации перевозочного процесса. Также необходимо отметить, что без слаженных действий станционных работников невозможно выполнение оперативных планов местной работы.

3. Цели и основные виды оперативного планирования

Цель оперативного планирования местной работы - обеспечить в конкретных условиях планируемого периода безусловное и качественное выполнение принятых перевозчиком и согласованных владельцем инфраструктуры заявок на перевозки грузов, перемещение собственных и арендованных порожних вагонов, а также собственных поездных формирований с минимальными эксплуатационными затратами.

Оперативное планирование местной работы включает в себя суточное планирование местной работы, сменное планирование местной работы, а также текущее планирование местной работы по 3-6-часовым периодам, устанавливающее в зависимости от изменений в оперативной обстановке уточнение пониточного плана отправления грузовых поездов с пономерным прикреплением поездных локомотивов и по назначению явок локомотивных бригад, а также пономерных заданий по операциям с местными вагонами.



Рисунок 3 – Виды оперативного планирования эксплуатационной работы

Критерием оценки разрабатываемых оперативных планов местной работы является снижение:

- эксплуатационных расходов, связанных с содержанием грузовых вагонов парка ОАО «РЖД», иностранных железнодорожных администраций, собственных и арендованных, парка локомотивов грузового движения и их пробегами; а также с содержанием локомотивных бригад;
- расходов, вызванных несвоевременностью обеспечения заявок на перевозку грузов порожними вагонами, доставки грузов и возврата вагонов их собственникам.

Заключение.

Приоритетными целями работы железнодорожного транспорта является достижение максимальной прибыли Компании путем оптимизации эксплуатации железнодорожной инфраструктуры, более точного прогнозирования и планирования местной работы, при качественном выполнении договорных соглашений с транспортной клиентурой. В реализации данных задач активное участие принимают центры организации работы станций. Для удержания и расширения рынка ОАО «РЖД» необходимо дальнейшее повышение эффективности работы за счет максимального раскрытия собственных возможностей всех уровней управления, в том числе как центров организации работы станций, так и станций, входящих в их состав.

Список литературы

1. Апатцев В.И. Совершенствование системы организации грузовых перевозок на железнодорожном транспорте / В.И. Апатцев, В.С. Волков // Наука и техника транспорта. – 2005. - №1. С.13-16.
2. Архангельский Е.В. Железнодорожные станции. Устройство и организация работы / Е.В. Архангельский, Ю.Е. Лукьянов. –М.:Интекст,1996. – 352 с.
3. Сквозная технология сменно-суточного планирования (выгрузка, погрузка, распределение вагонов). – М.: ОАО «РЖД», 2005

ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ ПО СИСТЕМЕ ТРАМВАЙ-ПОЕЗД.

Ильченко Д.А., Сажинова К.А.

Российский Университет Транспорта (МИИТ), г. Москва

Сейчас весь мир делает упор на экологически чистый транспорт и микромобильность людей. Если проще, то: поезда, трамваи, троллейбусы, электробусы, велосипеды, самокаты и ноги, в последнюю очередь – личные автомобили. Такая иерархия выстроилась не просто так, ведь транспорт делает город дружелюбным для каждого, определяет наш стиль жизни и подвижность.

Европейские политики делают упор на пешехода, велосипеды и общественный транспорт. В итоге большинство жителей передвигается на велосипедах, трамваях и поездах. Здесь нет проблем с высокой аварийностью, приятная окружающая среда, сильная экономика, мало проблем с ожирением и иными заболеваниями. Машины, конечно, никуда не исчезли, но понятные и правильные транспортные приоритеты формируют здоровые города.

На данном этапе важно решить какой городской общественный транспорт является наиболее эффективным для больших объемов пассажирских перевозок. Ответ- трамвай. Важно отметить, что не каждому крупному городу нужен трамвай, как и не каждому городу миллионнику нужно метро. Но при больших пассажиропотоках плюсы трамвая перед другими видами транспорта очевидны:

-Постоянный габарит. Рельсы позволяют трамваю ехать всегда в одном и том же габарите, ему не нужны буферные зоны.

- Масштабируемость. Рельсы позволяют цеплять вагоны друг к другу: эффективность каждого трамвая растёт в 2-3 раза без дополнительных трат на водителей.

-Максимальная провозная способность. У трамвая максимальная возможная провозная способность среди всего уличного транспорта.

- Экологичность. Трамвай даже экологичнее троллейбуса, ведь здесь нет резиновых колёс и пыли от них – металлическая стружка гораздо безопаснее. Во время движения у трамвая меньше сопротивление и меньше затрат на движение – экономия электроресурсов. Трамвайные [пути с газоном](#) менее подвержены нагреву, что благоприятно влияет на микроклимат в городе.

-Долговечность. Вагоны сложно сломать и легко поддерживать. Нормальный срок службы для трамвая от 50 лет.

Конечно, у трамвая есть и свои недостатки- малая маневренность, высокая стоимость строительства инфраструктуры.

На данный момент мы разобрали преимущества и недостатки трамвая, как городского общественного транспорта, но ведь тема работы- трамвай-электричка, он же междугородний трамвай. Вступление было необходимо, так как невозможно рассматривать данный вид транспорта без городского аспекта, ведь именно это и отличает трамвай-электричку от обычного электропоезда.

Для начала разберемся, что же такое трамвай-электричка. Это концепция, в соответствии с которой трамваи могут использовать инфраструктуру железных дорог наравне с обычными поездами. Таким образом становится возможным создание комбинированных транспортных систем, сочетающих преимущества обоих видов транспорта (трамваев и поездов железных дорог).

Хорошим примером использования междугороднего трамвая является город Карлсруэ в Германии. Этот город был прародителем трамваев-электричек, за его примером последовали другие немецкие города, а затем и другие страны. В городах такой трамвай использует трамвайную сеть, а между городами он использует железнодорожную сеть при этом используя трамвайный подвижной состав. Фактически это скоростной междугородний трамвай. Так как во всех странах на трамвае и железной дороге используются разные системы электрификации, трамвайные системы «трамвай-поезд» оборудованы довольно сложным электрооборудованием, позволяющим им работать на участках с разными системами электрификации.

Высота контактного провода на железной дороге может быть выше чем на трамвайных путях, соответственно пантограф (токоприемник) должен обеспечивать возможность работы при значительных перепадах высот контактного провода.

В системах, где трамваи ходят по неэлектрифицированным железным дорогам, трамваи имеют дизельный двигатель с электрогенератором. Несмотря на единую ширину колеи, трамвай и железная дорога имеют несовместимость по спецчастям - стрелкам и крестовинам. Трамвайное колесо уже железнодорожного и имеет меньшую по высоте и ширине реборду, что при проезде стрелки на большой скорости может привести к сходу с рельс.

Для возможности безопасного проезда железнодорожных спецчастей трамвайные колеса должны быть доработаны. Кроме того, железная дорога имеет подуклонку - небольшой наклон рельсов внутрь для повышения стабильности движения. На трамвайных путях подуклонки может не быть. Соответственно - профиль трамвайного колеса должен быть универсальным для работы как на пути с подуклонкой, так и без.

Преимущества трамвая-поезда для городской и междугородней транспортной сети несколько:

1. Можно вовлечь значительное количество железнодорожных путей в транспортную систему города с минимальными инвестициями.
2. Трамвай-поезд может использоваться как транспорт, заменяющий на пригородных направлениях электрички в том случае, если пассажиропоток низок и не позволяет говорить о рентабельности электричек.
3. Трамвай-поезд оборудован комбинированной силовой установкой, способной работать как от контактных сетей электропоездов, так и от трамвайных контактных сетей. За счет этого увеличивается гибкость транспортной системы, а многие пассажиры избавляются от большого количества пересадок по дороге из пригорода на работу и обратно.
4. Уменьшается транзит пассажиров на вокзалах с электропоездов на трамваи и обратно. В результате требования к таким вокзалам становятся менее жесткие, а муниципальные власти получают возможность постепенного развития вокзалов в интермодальные пересадочные узлы. Это очень хорошо для бюджета, не требует разовых больших инвестиций.

Есть у трамвая-электрички и свои недостатки:

1. Высота платформ. Все железнодорожные платформы высокие. Трамваи в настоящее время становятся все более низкопольные для обеспечения комфорта маломобильных групп населения, а платформы трамвайных остановок сооружаются максимум на 15-30 сантиметров выше уровня земли.
2. Другой недостаток — это существенно меньший комфорт пассажиров по сравнению с электропоездом. В частности, в трамвае несколько более плотная система размещения кресел для пассажиров, а также отсутствует туалет. Все это не позволит говорить о комфорте при перемещении на большие расстояния (оптимально 50-60 километров).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод что сама по себе концепция очень гибка. Известны случаи создания трамваев-поездов для систем с городским электропитанием и дизельным за городом.

Трамвай-электричка может значительно ускорить передвижение пассажиров из пригородов и обратно, благодаря отсутствию пересадок и качественно проработанному маршруту. В России ширина трамвайной колеи равна железнодорожной, поэтому с этим проблем не возникает, нужно только подобрать подходящий подвижной состав.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

ОСНОВЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ROI АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Стукалин А.А., Чернов Е.В., Давлеткиреева Л.З. к.п.н., доцент кафедры БИИТ,

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова, г. Магнитогорск

Аннотация. Эта статья иллюстрирует полезные методы для оценки возврата инвестиций или рентабельности корпоративной архитектуры. Корпоративная архитектура является основным подходом для оценки потребностей в информационных технологиях местных, государственных и федеральных агентств, а также крупных корпораций. Использование архитектуры предприятия приводит к созданию более качественных, быстрых и дешевых информационных технологий, которые удовлетворяют организационным целям и задачам. В этой статье также представлен обзор архитектуры предприятия, а также соответствующий фон и организационная структура. Относительно архитектуры предприятия, обзор предоставляет полезные метрики и модели, описание затрат и выгод, а также подробный анализ окупаемости инвестиций. Обзор завершается полезными принципами успешной архитектуры предприятия и окупаемости инвестиций.

Ключевые слова: преимущества, точка равновесия, расходы, архитектура предприятия, чистая приведенная стоимость, прибыль на инвестиции.

Архитектура предприятия представляет собой всеобъемлющую структуру или таксономию системного анализа моделей согласованной организационной стратегии с использованием информационных технологий. Стратегии - это планы по достижению организационных целей и задач путем конкуренции на основе размера, стоимости, разнообразия, скорости, качества, уникальности или инноваций. Информационные технологии относятся к компьютерам, программному обеспечению и сетям, используемым для безопасного хранения, обработки, извлечения и передачи данных и информации. Ожидается, что организации смогут достичь своих целей и задач путем согласования своей стратегии с их информационной технологией. Архитектура предприятия состоит из определения сферы деятельности организации, бизнес модели, системной модели, технологической модели и компонентов, как показано на рисунке 1.

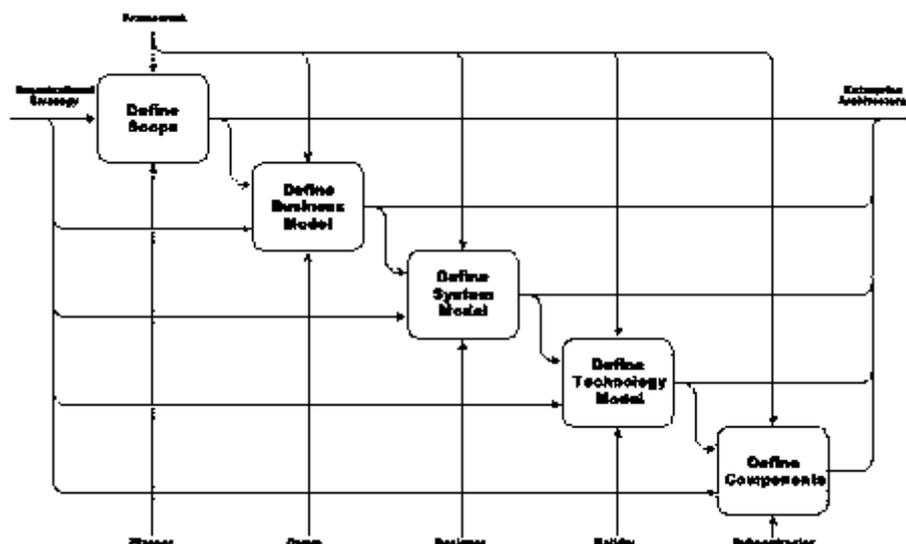


Рис. 1. Основные модели и компоненты для архитектуры предприятия

Захману (1987) приписывают создание корпоративной архитектуры, хотя она имеет свои основы в принципах системного анализа, начиная с 1960-х годов. Ранние методы системного анализа включали в себя построение схем, структурный дизайн, структурный анализ и информационную инженеррию. Модель Захмана и Департамент оборонной архитектуры США имеют много общего. Захман требует 30 уникальных моделей, в то время как Департамент оборонной архитектуры США требует только 26 моделей. Сегодня более 46 из более чем 100 федеральных агентств США используют корпоративную архитектуру, широкий спектр моделей зрелости для оценки своих достижений и множество бесконечных инструментов. Корпоративная архитектура превратилась в крупную индустрию среди консультантов по управлению во всем мире, наряду с большим количеством профессионально сертифицированных корпоративных архитекторов.

В целом, корпоративная архитектура имеет пять основных уровней:

1. Область применения,
2. Бизнес-модель,
3. Системная модель,
4. Технологическая модель,
5. Компоненты.

Цель уровней - согласовать стратегию организации с ее информационными технологиями. Два основных предположения - это то, что стратегия существует, и в результате получается работающее предприятие. Централизованная стратегия не может быть определена для крупных организаций (например, дочерние предприятия). Корпоративные архитектуры часто начинают строить информационные технологии снизу- вверх, потому что они не видят актуальности стратегии и моделирования. Важно понимать, что входит в объем и выходит за рамки, особенно для крупного предприятия (например, стратегическое планирование не считается частью архитектуры предприятия).

Как показано в таблице 1, влияние архитектуры предприятия можно измерить с помощью шести показателей:

1. Затраты;
2. Выгода;
3. Соотношение выгод и затрат;

4. Окупаемость инвестиций;
5. Чистая приведенная стоимость;
6. Точка равновесия.

Затраты - это просто накопление расходов, таких как труд, обучение, инструменты, создание различных моделей, проверка и валидация, а также оценка соответствия или зрелости. Преимуществами являются снижение эксплуатационных расходов и численности персонала, повышение удовлетворенности клиентов и консолидация устаревших компьютерных систем. Затраты и выгода являются основными исходными данными для соотношения выгод и затрат, рентабельности инвестиций, чистой приведенной стоимости и точки равновесия. Исторически сложилось так, что организации, как известно, несут ответственность за отслеживание затрат. Преимущества немного сложнее идентифицировать.

Как показано на рисунке 2, для архитектуры предприятия также существует пять основных классов затрат и выгод:

1. Финансовое улучшение;
2. Учредительные услуги;
3. Уменьшенная избыточность;
4. Экономическое развитие;
5. Укрепление демократии.

Финансовые улучшения показывают сокращение расходов организаций и повышение сбора доходов. Постоянные услуги означают улучшение обслуживания клиентов, поставщиков и ключевых заинтересованных сторон. Сокращение избыточности означает объединение, сокращение или устранение ненужных устаревших компьютерных систем. Экономическое развитие показывает рост местной, государственной и федеральной экономики. Наконец, укрепление демократии может означать предоставление постоянного уровня обслуживания клиентов всем заинтересованным сторонам, независимо от их политической принадлежности. К сожалению, немногие организации постоянно собирают данные о затратах и выгодах.

Таблица 1

Структура метрик и моделей для измерения возврата инвестиций

Метрика	Описание	Формула
Затраты	Общая сумма денег, потраченная на архитектуру предприятия	$\sum_{i=1}^n \text{Затраты}_i$
Выгода	Общая сумма денег, полученных от архитектуры предприятия	$\sum_{i=1}^n \text{Выгода}_i$
Соотношение выгод и затрат	Соотношение выгоды архитектуры предприятия и затрат	$\frac{\text{Выгода}}{\text{Затраты}}$
ROI	Соотношение скорректированной корпоративной архитектуры выгодно расходам	$\frac{\text{Выгода} - \text{Затраты}}{\text{Затраты}} \times 100\%$
Чистая приведенная стоимость	Дисконтированные денежные потоки архитектуры предприятия	$\sum_{i=1}^{\text{Года}} \frac{\text{Выгода}_i}{(1 + \text{Диск. став.})^{\text{Года}}} - \text{Затраты}$
Точка равновесия	Точка, когда выгоды превышают затраты на архитектуру предприятия	$\frac{\text{Затраты}}{NPV} \times 60 \text{ Месяцы}$

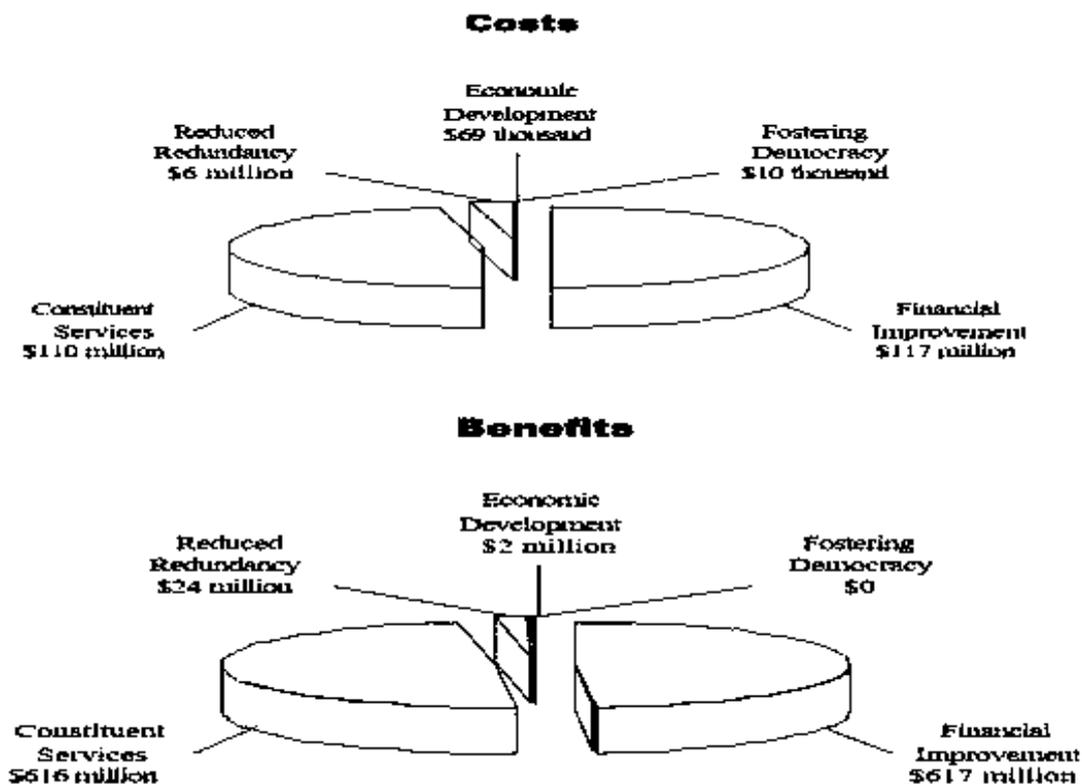


Рис. 2. Категории фактических затрат и выгод от 75 инициатив электронного правительства (на уровне штата).

Использование предпринимательской архитектуры предприятия для согласования стратегии с информационными технологиями местных, штатных и федеральных агентств и корпораций приносит ощутимую отдачу от инвестиций. Первым приоритетом является сбор подробных данных о стоимости для архитектуры предприятия. Далее, очень важно установить и монетизировать измеримые цели улучшения производительности. Наконец, соотношение прибыли к стоимости, рентабельность инвестиций, чистая приведенная стоимость и точка равновесия определяются на основе данных о затратах и выгодах без дальнейшего сбора данных. Проекты на рисунке 3 оценили стоимость архитектуры предприятия, определили измеримые выгоды, а затем монетизировали их. Затем определяли B/CR, ROI, NPV и безубыточность, используя показатели из таблицы 1.

State	Costs	Benefits	B/CR	ROI%	NPV	Breakeven
KY	\$138,332	\$24,740,000	179:1	17,785%	\$21,283,919	0 Mos.
FL	\$211,200	\$23,299,995	110:1	10,932%	\$19,964,157	1 Mos.
NC	\$640,000	\$20,000,000	31:1	3,025%	\$16,677,907	2 Mos.
WI	\$400,000	\$7,500,000	19:1	1,775%	\$6,094,215	4 Mos.
DC	\$1,000,000	\$9,000,000	9:1	800%	\$6,793,058	9 Mos.
NM	\$167,550	\$1,182,200	7:1	606%	\$856,111	12 Mos.
LA	\$277,000	\$1,320,000	5:1	377%	\$865,982	19 Mos.
ID	\$1,770,000	\$2,560,000	1:1	45%	\$446,692	238 Mos.
Avg	\$575,510	\$11,200,274	45:1	4,418%	\$9,122,755	36 Mos.

Рис. 3. Подробные данные о фактических затратах и выгодах по восьми инициативам электронного правительства (на уровне штата)

Данные окупаемости инвестиций на рисунке 3 были нормализованы и графически проиллюстрированы на рисунке 4. Окупаемость инвестиций - это простое соотношение выгод, за вычетом затрат, конечно, к самим затратам. То есть выгоды за вычетом затрат являются числителем, а затраты - знаменателем. Возврат инвестиций

велик, если бы было больше выгод, чем затрат. Как показано на рисунке 3, KY имели очень низкие затраты, большие выгоды и, следовательно, очень высокую отдачу от инвестиций. У ID, с другой стороны, были очень высокие затраты, низкие выгоды и небольшая отдача от инвестиций. Это видно по увеличивающимся затратам, уменьшению выгод и возврату инвестиций слева направо. Почти все проекты по архитектуре предприятия в этой выборке имели некоторую меру окупаемости инвестиций, даже несмотря на то, что их прибыль резко снижалась по формуле чистой приведенной стоимости.

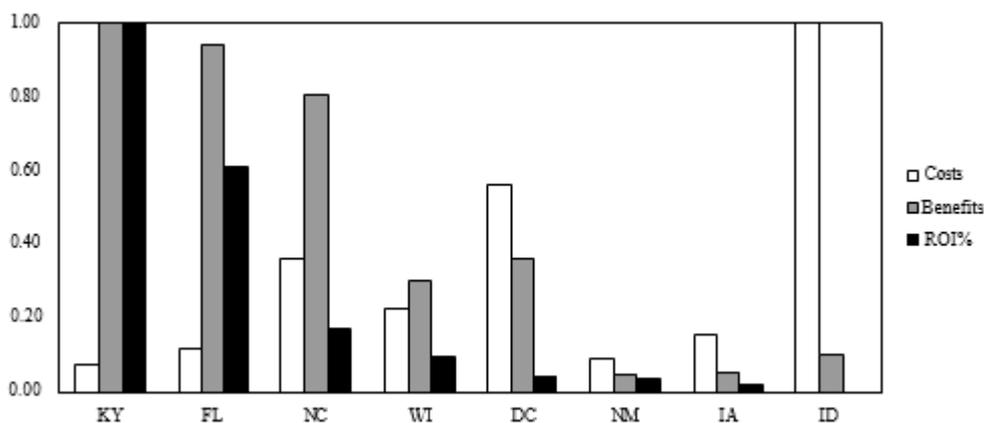


Рис. 4. Рентабельность инвестиций (фактическая) восьми инициатив электронного правительства (на уровне штата).

Эта статья охватывает несколько полезных тем в корпоративной архитектуре, которые тесно связаны между собой. Во-первых, была представлена корпоративная архитектура, которая определила, кто занимается корпоративной архитектурой и почему, и была описана ее организационная структура. Затем были представлены простые метрики и модели окупаемости инвестиций, описаны преимущества корпоративной архитектуры и представлены данные окупаемости инвестиций от реальных инициатив. Также, были предложены подробные принципы успешной архитектуры предприятия и окупаемости инвестиций.

Целью архитектуры предприятия является повышение операционной эффективности и результативности организаций путем согласования их стратегий с их информационными технологиями. Возврат инвестиций - отличный способ измерить успех или провал корпоративной архитектуры. Важно было представить и описать цели и задачи архитектуры предприятия, прежде чем вводить и описывать способы измерения окупаемости, потому что они так тесно связаны. Далее следовали метрики и модели, чтобы установить контекст и подготовить почву для измерения отдачи от инвестиций в архитектуру предприятия. Исходя из этого, мы заметили, что основополагающими элементами измерения окупаемости являются затраты и выгоды, и прибыль от инвестиций естественно вытекает из них.

Источники:

1. Блог по MBSE и цифровым двойникам организации [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://sdu2020.blogspot.com/2018/10/blog-post.html>.– Загл. с экрана.
2. Архитектура информационных систем [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://mxsmirnov.com/page/5/>.– Загл. с экрана.
3. Архитектура предприятия : учебник / Н.П. Любушин, В.Ю. Карпычев, Н.Э. Бабичева ; под общ. ред. Д.А. Ендовицкого, – Москва : КНОРУС, 2018. – 354 с. – (Бакалавриат).
4. Теоретические аспекты применения информационно-предметной среды для профессиональной подготовки будущих специалистов по информационным технологиям / Давлеткиреева Л.З., Махмутов М.М. // Сибирский педагогический журнал. - 2009, № 5. -С. 78-91.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ОБЗОР ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Чичков А.В., Майоров П.А.

РТУ МИРЭА, РФ, г. Москва

В настоящее время всё чаще используются средства измерений, которые в своём составе имеют программное обеспечение, выполняющее метрологические функции. Согласно ГОСТ 19781-90 [1] под программным обеспечением понимается Совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ. Различают метрологически значимое и метрологически незначимое программное обеспечение систем измерений. В рамках данной статьи рассматривается степень влияния метрологически значимого программного обеспечения средств измерений на интегральную точность.

Рассмотрим задачу, которая встречается довольно часто в практической деятельности. Оценка точности информационно – управляющей системы, на основе программируемого логического контроллера, по структурной схеме.

Задача оценки точности делится на два вида:

- оценка точности средств измерений с ПО в статическом режиме;
- оценка точности средств измерений с ПО в динамическом режиме.

Статические свойства средства измерений проявляются при статическом режиме его работы, когда выходной сигнал средства считается неизменным при измерении. Динамические свойства, при динамическом режиме работы средства измерений, при котором выходной сигнал средства изменяется во времени при его использовании.

Рассмотрим структурную схему программируемого логического контроллера, представленную на рисунке 1.

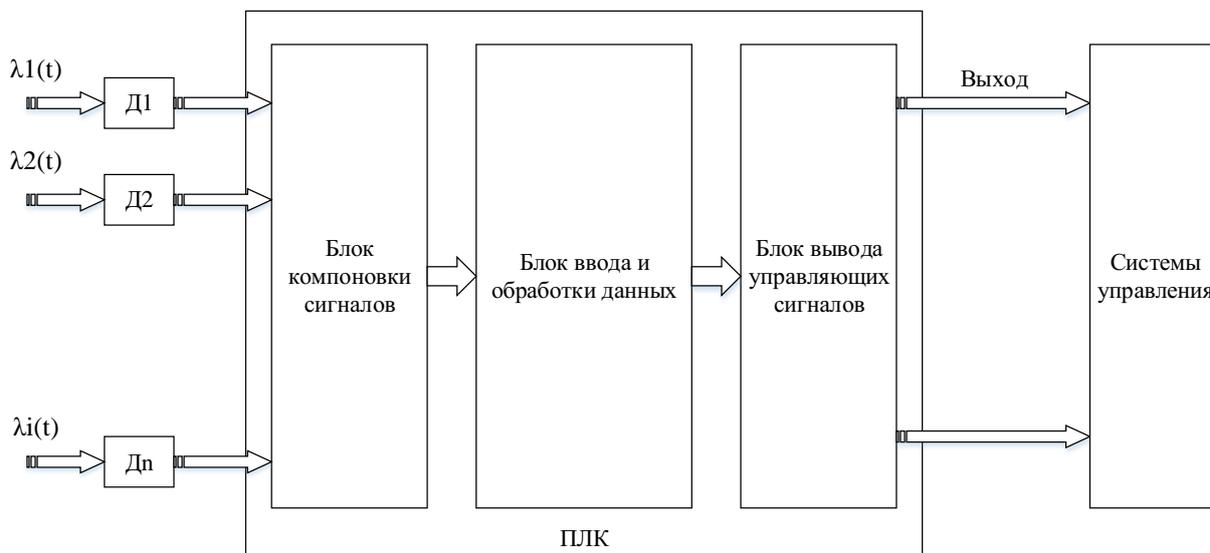


Рисунок 1 – Структурная схема ПЛК

По структурной схеме ПЛК (рисунок 1), информационно – управляющая система выполняет следующие функции: прием сигналов $\lambda_1(t) - \lambda_i(t)$ от датчиков измерений Д1 – Д_N в блок компоновки сигналов, далее сигнал передается и обрабатывается в блоке ввода и обработки данных, затем обработанный сигнал поступает в блок вывода управляющих сигналов, в конце управляющий сигнал выдается на различные системы управления, подключенных к ПЛК.

Функциональная схема, реализующую данную структуру представлена на рисунке 2.

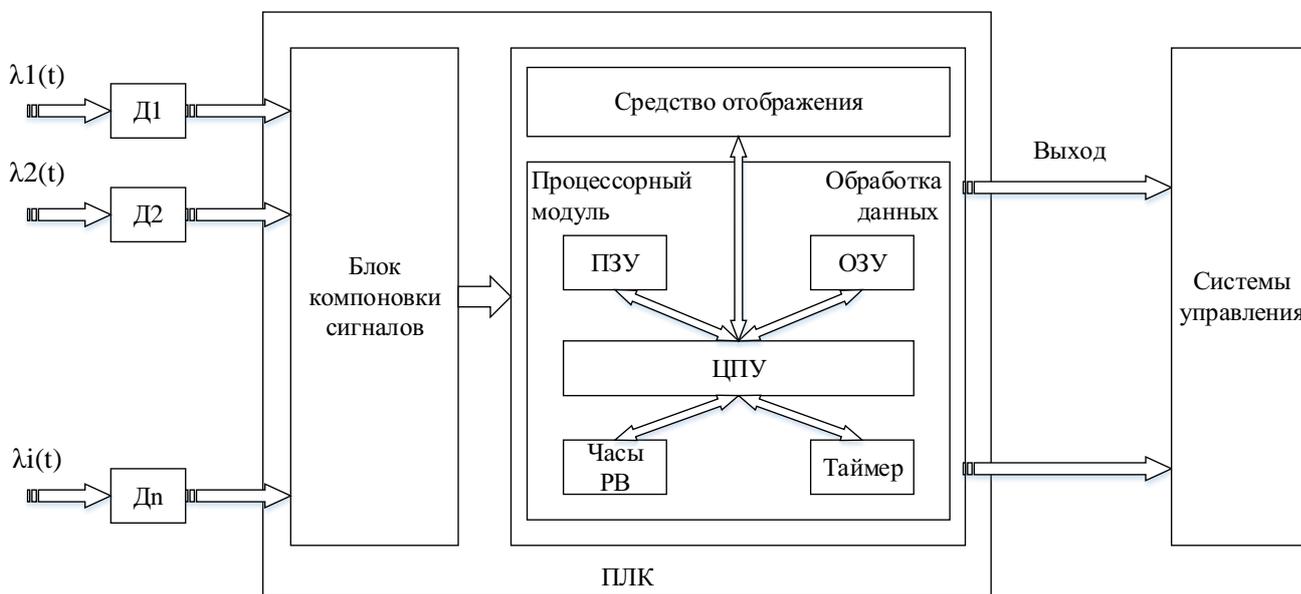


Рисунок 2 – Функциональная схема ПЛК

В структурной схеме (рисунок 2) подробно рассматривается блок ввода и обработки данных (рисунок 1). Блок состоит из памяти, центрального процессора, часов реального времени и таймера. Для организации информационно – управляющей системы, создается программное обеспечение для ПЛК, которое совместно с компонентами ПЛК (рисунок 2), задает, в зависимости от требований и назначения, логику работы информационно - управляющей системы.

В настоящее время при создании программ для ПЛК все чаще используют графические языки программирования. В нашем случае для ПЛК используется графический язык программирования Function

Block Diagram. FBD — графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3 [1]. Предназначен для программирования программируемых логических контроллеров. Программа образуется из списка цепей, выполняемых последовательно сверху вниз. Цепи могут иметь метки. Инструкция перехода на метку позволяет изменять последовательность выполнения цепей для программирования условий и циклов.

При программировании используются наборы библиотечных блоков и собственные блоки, также написанные на FBD или других языках МЭК 61131-3 [2]. Блок (элемент) — это подпрограмма, функция или функциональный блок: И, ИЛИ, НЕ, триггеры, таймеры, счётчики, блоки обработки аналогового сигнала, блоки математических операций.

Каждая отдельная цепь представляет собой выражение, составленное графически из отдельных элементов. К выходу блока подключается следующий блок, образуя цепь. Внутри цепи блоки выполняются строго в порядке их соединения. Результат вычисления цепи записывается во внутреннюю переменную либо подается на выход ПЛК.

Основными преимуществами применяемого в ПЛК графического языка программирования FBD являются:

- простота;
- наглядность;
- четкая последовательность;
- легкая структура команд.

Задача оценки точности измерительных устройств в статическом режиме, заключается в расчете статической характеристики. Эту задачу можно решать различными методами: графическим, аналитическим, вручную или с использованием вычислительной техники. В нашем случае используется графический способ решения этой задачи для измерительных устройств с типовыми соединениями звеньев [3].

Для оценки степени влияния ПО на точность в статическом режиме измерения, схему (рисунок 2) представим в следующем виде (рисунок 3).

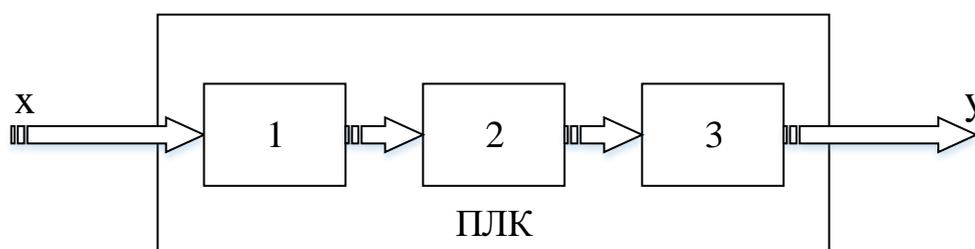


Рисунок 3 – Структурная схема ПЛК с звеньями.

Структурная схема (рисунок 3) представлена типовым последовательным соединением трех звеньев. Для расчета статической характеристики измерительного устройства с последовательным соединением звеньев, используется формула (1) функции преобразования [3]:

$$y = f_N \{ f_{N-1} \dots f_2(f_1(x)) \dots \}, \quad (1)$$

где N – количество звеньев;

x, y – статические характеристики измерительного устройства.

Задачу оценки точности измерительных устройств в динамическом режиме можно также решать графическим способом с типовыми соединениями звеньев [3].

Для расчета динамической характеристики измерительного устройства с последовательным соединением звеньев, используется формула (2) функции преобразования [4]:

$$W(p) = \prod_{i=1}^N W_i(p), \quad (2)$$

где N – количество звеньев;

W – передаточные функции звеньев;

p – динамическая характеристика измерительного устройства.

В нашем случае по результатам проектирования получен ПЛК представленный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Результат проектирования информационно – управляющей системы.

Примером использования данного ПЛК (рисунок 4) является организация информационно – управляющей системы для запекания катушек сухих трансформаторов. Функции ПЛК в этой системе организованны следующим образом:

- ПЛК принимает сигналы от датчиков температуры;
- поступившие сигналы ПЛК обрабатывает по разработанной программе;
- обработанные сигналы ПЛК выдает на системы управления.

Данный ПЛК обладает следующими характеристиками [5]:

- номинальное напряжение питания 24 В;
- количество дискретных входов 12, аналоговых входов 6;
- 8 релейных выходов;
- Рабочая частота от 0,1 Гц до 10 Гц;
- Время срабатывания сигнала из состояния 0 в 1 равен 10 микросекунд;
- Время срабатывания сигнала из состояния 1 в 0 равен 5 микросекунд.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 8.596-2015. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения
2. Язык FBD и его применение – [Интернет ресурс] – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/automation/1320-yazyk-funktionalnyh-blokovykh-diagramm-fbd-i-ego-primenenie.html>.
3. А. Г. Щепетов Теория, расчет и проектирование измерительных устройств – Москва – 2016 – 592 с.
4. А. Г. Щепетов Основы проектирования приборов и систем – учебник и практикум для академического бакалавриата – Москва – Юрайт – 2016 – 456 с.
5. Zelio logic SR2B201BD – [Интернет ресурс] – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/product/SR2B201BD>

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В ТРЕНАЖЕРАХ-ИМИТАТОРАХ СИСТЕМ УЛУЧШЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Л.И. Зайнуллина, О.В. Кирюшин

УГНТУ, РФ, г. Уфа

Введение

Одной из приоритетных задач нефтегазовой и химической промышленности является повышение эффективности технологических процессов на предприятиях. Данная задача становится особенно актуальной в кризисные периоды. Наиболее лучшим решением является внедрение систем усовершенствованного управления для увеличения эффективности технологического процесса.

Задачи оптимального управления ТП можно разделить на комплекс задач по управлению и по оптимизации:

- поддержание высокого качества регулирования;
- управление взаимосвязанными параметрами ТП;
- соблюдение ограничений ТП (по параметрам, качеству);
- прогнозирование состояния процесса;
- компенсация внешних возмущений;
- оптимизация ТП по заданному критерию [1].

Решением этих задач является усовершенствованное управление:

- многопараметрическое управление аппаратами и установкой в целом (управление взаимосвязанными и взаимовлияющими параметрами, управление параметрами с запаздыванием);
- прогнозирующие математические модели для расчета параметров процесса в будущем;
- оценка показателей модели;
- алгоритмы оптимизации с учетом ограничений [2].

MPC-модель (Model Predictive Control) – создает математическую модель процесса, использует модели для прогнозирования, что должно случиться в будущем, вычисляет управляющие воздействия для достижения всеми управляемыми переменными заданных значений.

Виртуальные анализаторы предназначены для определения значений качественных показателей процесса в реальном времени на основе значений входных параметров и модели. Модель строится по данным лабораторных анализов.

На рисунке 1 представлено управление с помощью СУУТП.

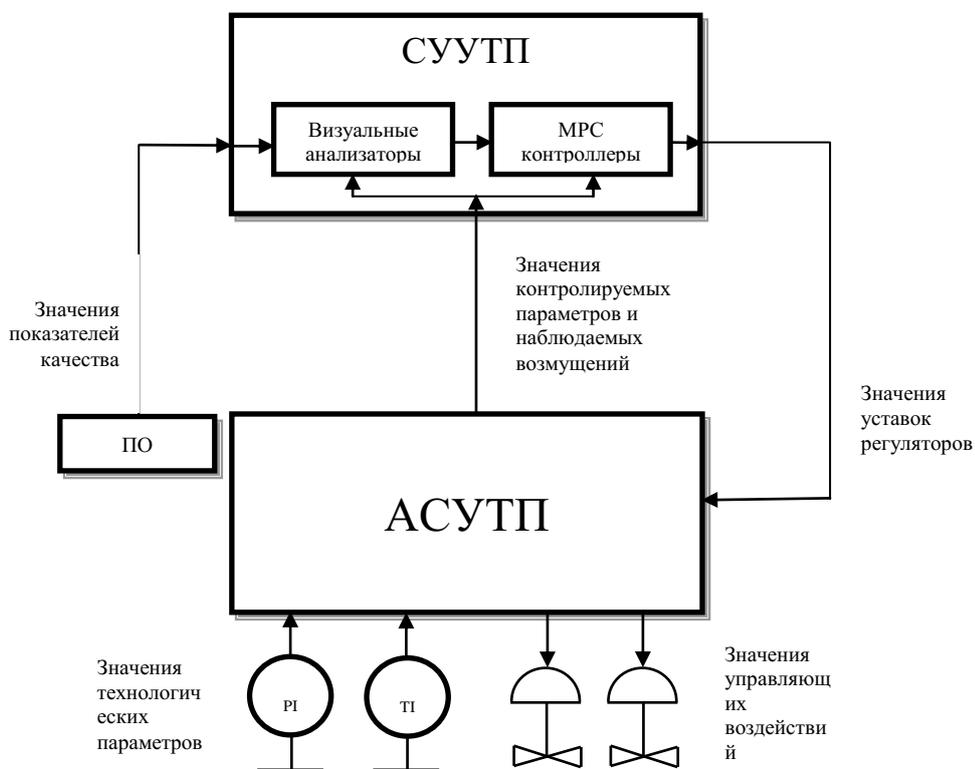


Рисунок 1 – Управление с помощью СУУТП

Выполнение алгоритма:

1. Процесс (фактическое состояние);
2. Модель процесса (рассчитывает прогноз поведения процесса);

3. Оптимизатор (рассчитывает оптимальное состояние в будущем с учетом ограничений);
4. Многопараметрический регулятор (рассчитывает и осуществляет план оптимальных управляющих воздействий).

Благодаря прогнозу и компенсации возмущений заранее параметры процесса контролируются с меньшим разбросом. Процесс может идти ближе к технологическим ограничениям. Повышение производительности приводит к снижению затрат. На рисунке 2 представлена архитектура СУУТП на АСУТП.

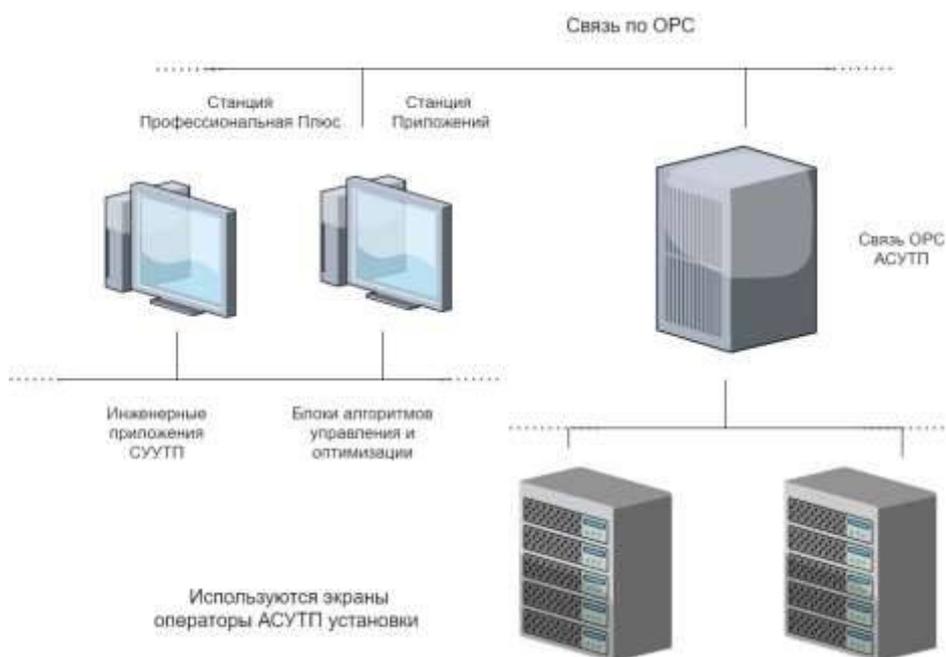


Рисунок 2 – Архитектура СУУТП на АСУТП

На станции профессиональная плюс выполняются инженерные приложения, на станции приложений – блоки алгоритмов управления и оптимизации. Связь идет по OPC с сервером OPC АСУТП, по ней передаются задания и читаются параметры [3].

Процесс внедрения СУУТП:

- первичное обследование установки, предварительная оценка экономического эффекта;
- проектирование системы;
- разработка и конфигурирование системы;
- тестирование процесса, идентификация моделей процесса;
- внедрение и настройка системы;
- разработка документации и обучение персонала;
- приемочные испытания и оценка экономического эффекта;
- дальнейшее обслуживание.

Преимущества от внедрения СУУТП:

- повышение выхода ценных продуктов;
- повышение производительности процесса;
- правление качеством продукции;

– снижение удельных затрат (снижение энергопотребления, уменьшение выхода некачественной продукции, стабилизация управления процессом) [4].

Внедрение СУУТП на установку АВТ приводит к повышению выхода более ценных светлых нефтепродуктов, снижению потребления энергии в печах подогрева нефти и оптимизации теплообмена.

Реализация моделей в составе макетов и тренажеров-имитаторов.

Особое место среди передовых средств обучения, которые служат росту эффективности, занимают тренажеры-имитаторы. С их помощью появляется возможность ввести специалистов в определенные процессы в полном объеме.

В данный момент все больше применяют тренажеры-имитаторы для обучения операторов технологических процессов, посредством которых подготовка персонала становится экономически и экологически эффективной [5].

Внедрение в процесс обучения имитационных тренажерных комплексов позволяет добиться высокого профессионального уровня операторов и технологов в области добычи и переработки нефти и газа. Данные тренажеры являются программами моделирования технологических процессов в динамическом режиме, то есть дают возможность выработать навык совместного принятия решения на основе адекватного ответа объекта и системы управления на любые управляющие воздействия оператора.

В нефтегазовой промышленности используются тренажерные комплексы следующего назначения:

- тренажеры поиска и разведки месторождений нефти;
- тренажеры бурения скважин;
- тренажеры эксплуатации и ремонта скважин;
- тренажеры трубопроводного и танкерного транспорта нефти и газа;
- тренажеры технологических процессов переработки нефти и газа.

Тренажеры-имитаторы должны иметь полную математическую модель технологического процесса – для возможности создания целостного восприятия; а также моделировать любую степень детализации.

Тренажер-имитатор моделирует технологический процесс и предоставляет информацию о его состоянии через интерфейс существующей АСУ ТП (автоматизированной системы управления).

Тренажер-имитатор используется для подготовки технологического персонала и позволяет:

- 1) изучить принципы управления технологическим процессом через существующую АСУТП;
- 2) изучить назначение и характеристики используемого технологического оборудования;
- 3) получить практические навыки по управлению технологической установкой:
 - при пуске;
 - при остановке;
 - при работе в нормальном режиме;
 - при работе в аварийных и нештатных ситуациях;
- 4) Проверить знания и провести аттестацию технологического персонала.

Принцип разработки.

Тренажер разрабатывается с использованием эксплуатируемого на предприятии программного обеспечения АСУТП. Это позволяет:

- повторить на тренажере все функции существующей АСУТП, такие как интерфейс оператора, системы противоаварийной защиты (ПАЗ);
- использовать актуальные проекты АСУТП в среде тренажера;

- проверять изменения, вносимые в АСУТП, на тренажере.

В основе компьютерного тренажера лежат динамические, статические (балансовые), экспертные математические модели технологических процессов.

Модели разрабатываются с применением следующих подходов:

- детерминированного описания процессов (с помощью дифференциальных уравнений);
- статистической обработки информации с помощью нейронных сетей и нечетких вычислений;
- экспертных оценок на основе нечетких вычислений.

Математические модели должны адекватно воспроизводить процессы, протекающие в оборудовании, в широком диапазоне изменения всех параметров технологического процесса, чтобы наиболее качественно моделировать различные технологические и аварийные ситуации, а также обеспечивать качественное решение задач улучшенного управления [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видео-лекция: СУУТП [Электронный ресурс] – URL: <https://emersonexchange365.com/worlds/russia/b/weblog/posts/apc>
2. Втюрин, В.А. Основы АСУТП: учеб. пособие / В.А. Втюрин. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2006. – 158 с.
3. Компьютерные тренажеры в обучении персонала нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс] – URL: <http://sfsamgtu.com/epa/docs/ITiOvNGO/4.3.pdf> (дата обращения 30.11.2020 г.)
4. Тренажер-имитатор технологического процесса [Электронный ресурс] – URL: <https://www.eskovostok.ru/solutions/simulator> (дата обращения: 30.11.2020 г.)
5. Хатимов, М.Р. Основные решения и преимущества СУУТП / М.Р. Хатимов, А.В. Богачев, Б.М. Низамеев, Д.А. Рыжов. – Москва: Экспозиция Нефть Газ, 2015. – 94 с.
6. Щербаков, В.С. Автоматизация управления в производственных системах: учеб. пособие / В.С. Щербаков, И.И. Яновский, В.А. Григорьев. – Омск: ОмГТУ, 2001. – 354 с.

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2021 ГОД

Январь 2021 г.

VIII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г. **Санкт-Петербург**

Прием статей для публикации: до 1 января 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2021 г.

Февраль 2021 г.

VIII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г. **Новосибирск**

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2021 г.

Март 2021 г.

VIII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г. **Екатеринбург**

Прием статей для публикации: до 1 марта 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2021 г.

Апрель 2021 г.

VIII Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г. **Самара**

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2021 г.

Май 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г. **Омск**

Прием статей для публикации: до 1 мая 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2021 г.

Июнь 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г. **Казань**

Прием статей для публикации: до 1 июня 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2021 г.

Июль 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г. **Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2021 г.

Август 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. **Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2021 г.

Сентябрь 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г. **Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2021 г.

Октябрь 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г. **Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2021 г.

Ноябрь 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. **Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2021 г.

Декабрь 2021 г.

VIII Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. **Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2021 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2022 г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы технических наук
в современных условиях**

Выпуск VII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 января 2021 г.)**

г. Санкт-Петербург

2021 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.01.2021.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 2,81.
Тираж 250 экз. Заказ № 013.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.