



АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Литература

1. Хобин В. А. Математическая модель норрии как объекта управления с изменяющимися свойствами. Моделирование процесса заполнения ковшей / В. А. Хобин, И. Н. Кирьязов // Наук. пр. ОНАХТ. – Одеса: 2012. – Вип. 42. – Т. 1. – С. 358–368;
2. Хобин В. А. Концепция эффективного управления производительностью поточно-транспортных линий при перегрузке зерна / В. А. Хобин, С. В. Шестопалов // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2011. – № 10 (148). – С. 26–29;
3. Шестопалов С. В. Оптимизация производительности процесса перегрузки зерна в условиях ограничения типа «аварийная ситуация» / С. В. Шестопалов, В. А. Хобин // XVIII Міжнарод. конф. з автомат. управління «Автоматика – 2011». – Львів, 2011. – С. 194–195;
4. Пат. на винахід 95887 Україна, МПК (2011.01), В65G 17/00, В65G 47/46 (2006.01), В65G 65/42 (2006.01), G01G 11/12 (2006.01). Спосіб автоматичного управління завантаженням потоково-транспортної лінії сипких матеріалів / Аннаєв Б. С., Герасимов В. В., Хобін В. А., Кір'язов І. М., Шестопалов С. В. і ін.; власник ТОВ «С-Інжинірінг». – № a201015861; заявл. 29.12.10; опубл. 12.09.11, Бюл. № 17. – 24 с;
5. Кирьязов И. Н. Автоматизированная система оптимизации загрузки поточно-транспортных линий перегрузки зерна: итоги производственных испытаний / И. Н. Кирьязов, С. В. Шестопалов // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2013. – № 7 (172). – С. 43–46.

References

1. Hobin V. A. Matematicheskaya model norrii kak ob'ekta upravleniya s izmenyayuschimisya svoystvami. Modelirovanie protsessa zapolneniya kovshey / V. A. Hobin, I. N. Kiryazov // Nauk. pr. ONAHT. – Odesa: 2012. – Vip. 42. – T. 1. – S. 358–368;
2. Hobin V. A. Kontseptsiya effektivnogo upravleniya proizvoditelnostyu potочно-transportnyih liniy pri peregruzke zerna / V. A. Hobin, S. V. Shestopalov // Hranenie i pererabotka zerna. – Dnepropetrovsk, 2011. – № 10 (148). – S. 26–29;
3. Shestopalov S. V. Optimizatsiya proizvoditelnosti protsessa peregruzki zerna v usloviyah ogranicheniya tipa «avariynaya situatsiya» / S. V. Shestopalov, V. A. Hobin // HVIII Mizhnarod. konf. z avtomat. upravlnnya «Avtomatika – 2011». – LvIv, 2011. – S. 194–195;
4. Pat. na vinahId 95887 UkraYina, MPK (2011.01), V65G 17/00, V65G 47/46 (2006.01), V65G 65/42 (2006.01), G01G 11/12 (2006.01). Sposlb avtomatichnogo upravlnnya zavantazhennyam potokovo-transportnoYi lInIYi sipkih materIalIv / AnnaEv B. S., Gerasimov V. V., HobIn V. A., KIr'yazov I. M., Shestopalov S. V. I In.; vlasnik TOV «S-InzhinIrIng». – № a201015861; zayavl. 29.12.10; opubl. 12.09.11, Byul. № 17. – 24 s;
5. Kiryazov I. N. Avtomatizirovannaya sistema optimizatsii zagruzki potочно-transportnyih liniy peregruzki zerna: itogi proizvodstvennyih ispytaniy / I. N. Kiryazov, S. V. Shestopalov // Hranenie i pererabotka zerna. – Dnepropetrovsk, 2013. – № 7 (172). – S. 43–46.

Отримано в редакцію: 17.07.2015 р./ Прийнято до друку: 18.08.2015 р./ Received by edition: 17.07.2015. Approved for the press: 18.08.2015

УДК 621.039.56

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ АСУ ТП ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПРОГРАММ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБЛОКОМ.

Improved PCS software switch control power generating

Плахотнюк А.А.¹, Кокол Е.А.¹, Максимов М.В.¹

Одесский национальный политехнический университет г.Одесса

¹E-mail: San9odessa@gmail.com

²E-mail: prof.maksimov@gmail.com



DOI: 10.15673/



АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Аннотация

На атомных электростанциях станциях (АЭС) выдвигаются высокие требования к надежности и безопасности энергоблока. Особое внимание этому уделяется при проведении так называемого маневра мощностью. При эксплуатации энергоблока для более эффективной работы используются три различные программы регулирования, и комбинации из них. На данный момент переключение в различные режимы управления происходит при помощи персонала, то есть в ручную. Таким образом является актуальной проблема автоматизации данного процесса. В связи с этим была разработана оптимизационная структура управления оборудованием для обеспечения эффективной работы энергоблока, которая предполагает поддержание параметров на заданном уровне в зависимости от выбранной программы регулирования.

Abstract

High demands are claimed for reliability and safety of power-generating unit at nuclear power plants (NPPs). Special attention is paid to this during the so-called maneuver of capacity. For effective operation during using a power-generating unit there are three different regulation programs and combinations of them. Switching over to variable control modes is currently done by the staff, in other words by-hand.

Consequently, the issue of automation of this process is of current importance. Considering this, there was developed an optimization structure of equipment's operation in order to ensure an efficient operation of a power-generating unit, which involves maintaining the parameters at a given level, depending on the selected control program.

Ключевые слова

Оптимизация структурой оборудования, программа регулирования, маневренный режим.

Введение

Сегодня в Украине АЭС с реакторами ВВЭР-1000 являются один из основных поставщиков электроэнергии. В связи с этим существует проблема надежности тепловыделяющих элементов и срока их службы. Путем оптимизации управления структурой оборудования будет обеспечена эффективная работа энергоблока. Целью статьи является усовершенствование существующей АСР энергоблока АЭС с ВВЭР-1000, которая позволит с соблюдением регламентных требований, без снижения уровня безопасности, эксплуатировать энергоблок с автоматической системой переключения в разные режимы регулирования.

Известно пять программ регулирования мощности энергоблока с ВВЭР-1000, из которых три являются основными, а две — их комбинациями. Каждая из основных программ регулирования имеет свои достоинства и недостатки с точки зрения изменения АО во время маневра мощностью. Рассмотрим каждую основную программу в диапазоне мощностей от 100 до 80 %.

Для регулирования буду использоваться три программы регулирования с поддержание параметра на заданном уровне: Программа регулирования с постоянной средней температурой теплоносителя в первом контуре ($t_{ср} = \text{const}$); Программа регулирования с постоянным давлением пара второго контура ($P_{2\text{контур}} = \text{const}$); Программа регулирования с постоянной температурой теплоносителя на входе в АКЗ реактора ($t_{вх} = \text{const}$). При анализе программ полученные данные были проанализированы с заведены в таблицу 1.

Таблица 1- Сводная таблица по трем программам регулирования

	$t_{ср} = \text{const}$	$P_{2\text{контур}} = \text{const}$	$t_{вх} = \text{const}$
Температурный и мощный эффекты реактивности	возникает в верхней и нижней половине.(связано с изменением $t_{вх}$ и $t_{вхк}$).	имеет положительный знак во всей АКЗ. В верхней части проявляется значительно сильнее чем в нижней (связано с большой разностью изменения температур)	возникает в верхней половине реактора (связано с изменением $t_{ср}$).
При уменьшении мощности	$t_{вхк}$ уменьшается при этом ТЭР верхней половины положительный. $t_{вх}$ увеличивается при этом ТЭР нижней половины отрицательный. МЭР положительные.	$t_{вхк}$ и $t_{ср}$ уменьшается	$t_{вхк}$ и $t_{ср}$ уменьшается при этом ТЭР и МЭР положительные.



АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Особенности	<p>Есть вероятность появления ксеноновых колебаний.</p> <p>Не одинаковое энерговыделение.</p> <p>Невозможно воздействовать ОР СУЗ на нижнюю часть реактора без воздействия на верхнюю (конструктивные особенности).</p> <p>Неустойчивое состояние реактора во время и после маневра.</p>	<p>При компенсации ТЭР происходят колебания АО, что в дальнейшем грозит потерей устойчивости.</p> <p>Из-за большого количества перемещений ОР СУЗ повышаются температурные напряжения в оболочках ТВЭЛОВ .</p>	<p>В таком случаи регулирование легко осуществляется органами СУЗ.</p> <p>Устойчивость нижней половины АКЗ достигается за счет поддержания $t_{гк}$</p> <p>Обеспечивается постоянство и управляемость АО.</p>
-------------	--	--	--

Для эксплуатации энергоблоков АЭС в маневренном режиме стоит учитывать глубину и частоту перемещения ОР СУЗ . В ходе частого перемещения ОР СУЗ циклическое напряжение в оболочках ТВЭЛОВ могут привести к разрушению оболочки. Минимизация перемещений способствует продлению срока службы ТВЭЛОВ.

Исходя из выше перечисленного (Табл.1) делаем вывод что для маневренного режима с точки зрения устойчивости наиболее благоприятным является 3 программа регулирования ($t_{гк} = \text{const}$) .

Таблица 2 - Принципиальная схема регулирования энергоблоков с реактором ВВЭР-1000 реализующая регулирование в первом контуре

Параметр	Результат		
Программа регулирования	$t_{гк} = \text{const}$	$P_{2_{контур}} = \text{const}$	$t_{гк} = \text{const}$
Измеряем	Температуру теплоносителя 1-го контура на входе и выходе , положение регулирующих стержней.	Давление пара во втором контуре , положение регулирующих стержней.	Температуру теплоносителя 1-го контура на входе , положение регулирующих стержней.
Задание	Задаем среднюю температуру теплоносителя 1-го контура	Давление пара во втором контуре	Задаем среднюю температуру теплоносителя 1-го контура
Регулируем	Среднюю температуру теплоносителя 1-го контура Нейтронную мощность .	Давление пара по 2 контуре, Нейтронную мощность .	Температуру на входе в АКЗ Нейтронную мощность .
Управляющее воздействие	Приводы регулирующих стержней	Приводы регулирующих стержней	Приводы регулирующих стержней



АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Во всех программах регулирования так же идет управление и по второму контуру таблица 3.

Таблица 3 - Принципиальная схема регулирования энергоблоков с реактором ВВЭР-1000 реализующая регулирование во втором контуре

Параметр	Результат
Измеряем	Частоту вращения турбины ,мощность генератора
Задание	Частоту вращения турбины ,мощность энергоблока
Регулируем	Частоту вращения турбины , мощность энергоблока
Управляющее воздействие	На сервомотор клапана турбины

На рис 1.показана усовершенствованная система автоматического регулирования с выбором оптимальной программы для управления мощностью энергоблока с реактором ВВЭР-1000 .

Где - - - - управление по 1 программе регулирования с поддержанием постоянной средней температуры
 — управление по 2 программе регулирования с поддержанием постоянного давления во 2контуре;

..... управление по 3 программе регулирования с поддержанием постоянной температуры на входе в АКЗ

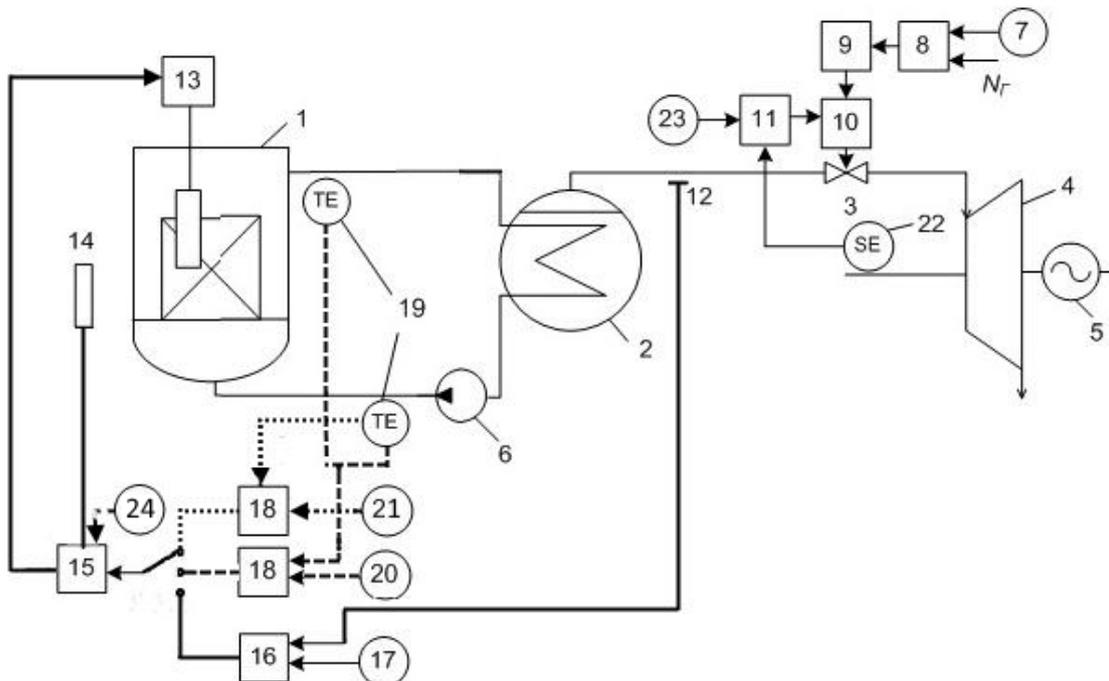


Рис. 1 - Усовершенствованная принципиальная схема АСР энергоблока с реактором ВВЭР-1000

Таким образом из рис .6 видно что для увеличения/снижения мощности при помощи задатчика 7 изменяет заданное значение и при этом регулятор мощности энергоблока 8 в зависимости от сигнала рассогласования, формирует управляющую команду, которая передается механизму управления турбиной 9. Механизм управления турбиной 9 при помощи сервомотора 10 открывает/закрывает регулирующие клапаны 3 турбины 4. Таким образом, электрическая мощность генератора будет изменяться до тех пор, пока сигнал рассогласования не приравняется к нулю. При открытии/закрытии регулирующих клапанов турбины, давление пара перед

**АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

турбиной и в парогенераторе 2 уменьшится/увеличится, что соответственно приведет к уменьшению/увеличению давления пара и температуры насыщения в парогенераторе, то есть количество теплоты, отводимое вторым контуром, увеличится/уменьшится. Ранее описанные процессы приведут к тому, что температура теплоносителя первого контура на выходе из парогенератора, уменьшится/увеличится. Вместе с ней уменьшится/увеличится и средняя температура теплоносителя. Регулирование нейтронной мощностью производится при помощи автоматического регулятора мощности (АРМ). Таким образом автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) переключает ключ 1.1 в положение 1 (соответствует первой программе регулирования с поддержанием постоянной средней температуры). АРМ состоит из «корректирующего» регулятора средней температуры теплоносителя первого контура 18 и регулятора нейтронной мощности 15. При помощи задатчика 20 и датчиков 19 средней температуры теплоносителя первого контура формируется сигнал рассогласования, тем самым регулятор средней температуры теплоносителя первого контура вырабатывает корректирующий сигнал на регулятор нейтронной мощности. Далее регулятор нейтронной мощности изменяет положения регулирующих стержней 13, что приводит к поддержанию постоянного значения средней температуры теплоносителя первого контура при переходе с одного уровня мощности на другой.

При необходимости работы программы во втором режиме АСУ ТП переключает ключ 1.1 в положение 2 (соответствует второй программе регулирования с поддержанием постоянного давления во втором контуре)

Данная программа регулирования схожа с работой программы регулирования с постоянной средней температурой теплоносителя в активной зоне реактора, за исключением того, что корректирующий сигнал на регулятор нейтронной мощности формируется за счет сигнала рассогласования первичного измерительного преобразователя давления пара во втором контуре 12 и задатчика давления пара во втором контуре 17.

При необходимости работы программы в третьем режиме АСУ ТП переключает ключ 1.1 в положение 3 (соответствующая третьей программе регулирования с поддержанием постоянной температурой теплоносителя на входе в АКЗ реактора) Программа также схожа с работой программы регулирования с постоянной средней температурой теплоносителя в активной зоне реактора.

При помощи программного пакета Matlab были воссозданы вышеописанные программы регулирования, которые изображены на рис. 7.

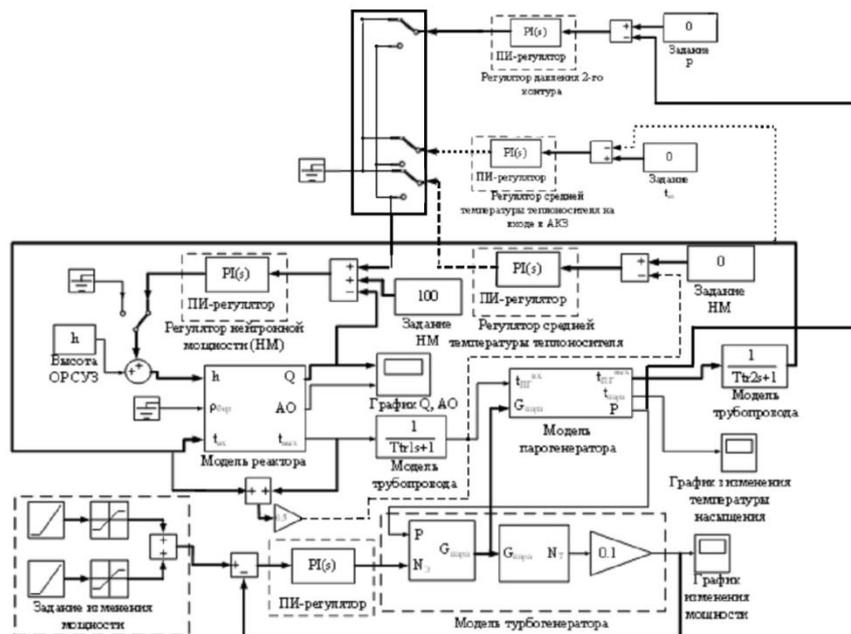


Рис. 7 - Усовершенствованная АСР мощностью энергоблока АЭС с ВВЭР-1000
Принцип работы блока переключения между программами отображен на рисунке 8.

АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ



Рис. 8 - Модель состояний АСУ ТП (системы переключения в различные программы регулирования)

Состояния:

1. Объект – состояние, в котором объект находится сразу после создания, в нем происходит инициализация переменных для дальнейшей работы;
2. Инициализация – состояние, в котором происходит установление связи с системой и считывание текущих положений (приборов, измерительных преобразователей и т.д.);
3. Сканирование – состояние, в котором происходит постоянная проверка параметром с граничными значениями;
4. Программа 1 – состояние, в котором происходит переключение приборов в режим поддержания постоянной средней температуры теплоносителя 1-го контура
5. Программа 2 – состояние, в котором происходит переключение приборов в режим поддержания постоянного давления во 2контуре;
6. Программа 3 – состояние, в котором происходит переключение приборов в режим поддержания постоянной входной температуры в АКЗ.

Описание модели состояний

«Объект управления» может находиться в одном из предписанных состояний и осуществлять переходы при свершении конкретного события (приходе команды) из одного состояния в другое. Жизненный цикл «объекта управления» начинается с подключения программы управления. После подключения «объект» находится в первоначальном состоянии «инициализация», где происходит считывание текущих параметров. Далее «объект» переходит в состояние: «сканирование». В состоянии «сканирование» происходит проверка нейтронной мощности (F) с граничным значением (F_{lim}), глубины выгорания (W) с граничным значением (W_{lim}) и поврежденность ($\omega_{(r)}$) с граничными значениями (ω_{lim}) для трех различных программ регулирования.

При приходе команды « $t_{cp} = const$ », произойдет переход в состояние «Программа 1», где будет происходить переключение программы регулирования в режим поддержания постоянной средней температуры теплоносителя 1-го контура, после перехода возвращаемся в состояние: «сканирование». При приходе команды « $P_{2\text{ контура}} = const$ », произойдет переход в состояние «Программа 2», где будет происходить переключение программы регулирования в режим поддержания постоянного давления во 2контуре, после перехода возвращаемся в состояние: «сканирование». При приходе команды « $t_{ex} = const$ », произойдет переход в состояние «Программа 3», где будет происходить переключение программы регулирования в режим поддержания постоянной входной температуры в АКЗ, после перехода возвращаемся в состояние: «сканирование».



АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

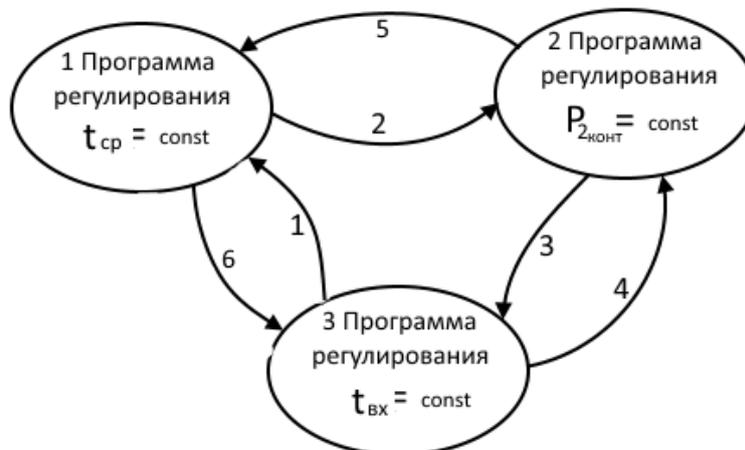


Рис. 9 - Модель состояний для СУ(системы управления)

В связи с тем что на наш объект имеет большую степень важности, в момент переключения программ регулирования мы не имеем права терять контроль над процессом. Таким образом при переключении система попадает в переходный режим для обеспечения устойчивости объекта.

Принцип переключения отображается в следующем алгоритме (таблица переходов 3 и рисунок 9).

Таблица 3 - Таблица переходов в момент переключения программ регулирования

Текущая программа /команда переключить	Программа 1	Программа 2	Программа 3
Программа 1	×	T →2	T →6
Программа 2	T →5	×	T →3
Программа 3	T →1	T →4	×
T – переходный режим	× - Игнорировать		1-6 состояния

При описании модели системы управления все обозначения взяты с рисунка 1.

Для переключения из одного режима в другой необходим регулятор переходного режима. В котором будет поддерживаться нейтронная мощность реактора. При получении сигнала о необходимости переключения с одной программы регулирования в другую система проводит анализ о возможности переключения, при получении положительного сигнала - ИП снимают показания мощности реактора в момент получения сигнала о переключении, это значение передается в качестве задания (24) на регулятор нейтронной мощности реактора (15),управляющее воздействие с которого поступает на приводы регулирующих стержней (13), регуляторы текущей программы (16, 18) становятся корректирующими. Благодаря этому влияние корректирующего регулятора не сильно сказываются на устойчивость и изменение параметров. Таким образом регулятор 16(18) можно отключить не потеряв устойчивости объекта(1). После отключения система проверяет завершенность предыдущих процессов. Подключение новой программы происходит в обратной последовательности. Регулирование параметров температуры, давления(в зависимости от заданной программы) подключается в виде корректирующего регулятора, по успешному завершению этого процесса отключается регулятор переходного режима по мощности. Завершение перехода считается по получению проверочного сигнала от всех подключенных приборов.

Вывод

В результате разработки был сформирована усовершенствованная схема регулирования. Которая в дальнейшем позволит рассчитать САР управления энергоблока с возможностью маневра оборудованием. Рассмотренные принципы переходов, и подключение регуляторов обеспечит безопасные переход в различных

**АВТОМАТИЧНІ І АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

состояниях системы. В момент переключения программ устойчивость реактора обеспечивается за счет дополнительного регулятора нейтронной мощности, данный регулятор может затянуть момент переключения, но в значительной мере уменьшает вероятность аварийной ситуации.

Таким образом усовершенствованная АСР будет обеспечивать необходимую устойчивость и надежность работоспособности реактора АЭС.

Литература

1. Maksimov, M. V. A model of a power unit with VVER-1000 as an object of power control [Text] / M. V. Maksimov, K. V. Beglov, T. A. Tsiselskaya // Пр. Одес. політехн. ун-ту. — Одеса, 2012. — Вип. 1(38). — С. 99-106;
2. Цисельская, Т. А. Усовершенствованная АСР энергоблоком реактора [Текст] / О. Б. Максимова, Т. А. Цисельская // тез. доп. 10-та між нар. наук.-практ. конф. по атом. Энергетиці, Севастополь, 2002. - С. 33 - 40;
3. Фощ, Т.В. Анализ влияния методов управления мощностью энергоблока с водо-водяным реактором на аксиальный офсет / Т.В. Фощ, М. В. Максимов, М. В. Никольский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2014 - С. 19 - 27.

References

1. Maksimov, M. V. A model of a power unit with VVER-1000 as an object of power control [Text] / M. V. Maksimov, K. V. Beglov, T. A. Tsiselskaya // Pr. Odes. politehn. un-tu. - Odesa, 2012. - Vyp. 1(38). - p. 99-106;
2. Tsiselskaya, T. A. Usovershenstvovannaya ASR energoblokom reaktora [Tekst] / O. B. Maksimova, T. A. Tsiselskaya // tez. dop. 10-ta mlzh nar. nauk.-prakt. konf. po atom. EnergetitsI, Sevastopol, 2002. - S. 33 - 40;
3. Fosch, T.V. Analiz vliyaniya metodov upravleniya moschnostyu energobloka s vodo-vodyanyim reaktorom na aksialnyiy ofset / T. V. Fosch, M. V. Maksimov, M. V. Nikolskiy // Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovyih tehnologiy, 2014 - S. 19 - 27.

Отримано в редакцію: 11.07.2015 р./ Прийнято до друку: 21.08.2015 р./ Received by edition: 11.07.2015. Approved for the press: 21.08.2015

УДК 631.171

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ В ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ФУНКЦІЇ БАЖАНОСТІ ХАРРІНГТОНА

В. П. Лисенко¹, В. О. Мірошник¹, Т. І. Лендел²

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ,

¹E-mail: lysenko@nubip.edu.ua

²E-mail: taraslendel@rambler.ru



ONAFТ
Open Access

DOI: 10.15673/

Анотація

Для споруд закритого ґрунту обґрунтовано метод формування стратегій керування електротехнічними комплексами, котрий на основі врахування якості рослинної продукції та витрат на забезпечення технологічних параметрів максимізує прибуток виробництва. Зазначені стратегії формуються із використанням нейронних мереж та функції бажаності Харрінгтона.

Abstract

For buildings closed ground grounded method of forming management strategies electrotechnical complexes, which is based on consideration of the quality of production and costs of process parameters to maximize revenue production. These strategies are formed using neural networks and desirability functions Harrington.