

ОБОБЩЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Проведен анализ некоторых программных комплексов, которые осуществляют частотно-территориальное планирование беспроводных систем связи. На основе проведенного анализа выявлены основные принципы, которые необходимо учитывать при разработке и реализации современных программных комплексов, предназначенных для осуществления планирования сетей беспроводной связи. Предложена обобщенная функциональная схема программного комплекса, выполняющего планирование сетей беспроводной связи.

Ключевые слова: программный комплекс, частотно-территориальное планирование, функциональная схема, беспроводная сеть, беспроводный доступ

M.V. ROZHNOVSKIY

Odessa National Academy of Telecommunications n.a.A.S. Popov

GENERALIZED FUNCTION SCHEME OF THE PROGRAM COMPLEX OF WIRELESS COMMUNICATION NETWORKS PLANNING

The analysis of some program complexes of the frequency and territorial planning of wireless communication systems is carried out. On the basis of the analysis results the basic principles which need to be considered during the developing and realization of the modern program complexes intended for implementation of networks planning of the wireless communication are revealed. The generalized function scheme of the program complex of the wireless communication networks planning is offered.

Keywords: program complex, frequency and territorial planning, function scheme, wireless communication network, wireless access

Введение

В настоящее время во всем мире происходит развитие систем беспроводного радиодоступа, способных обеспечивать надёжную связь между абонентами. Такие системы предназначены для обеспечения подвижных и стационарных объектов голосовой связью, передачей данных и доступом к различным мультимедийным ресурсам. Операторы мобильной связи, работающие в стандартах GSM, CDMA, UMTS, LTE, предоставляют голосовые услуги, а также услуги по передаче мультимедийной информации. Именно такие услуги являются наиболее ресурсоемкими ввиду все большего объема передаваемой информации [1]. Рост потребности использования мобильной связи приводит к проблеме оптимизации существующих, а также разработке и внедрению современных сетей мобильной связи, что связано с задачей проектирования указанных сетей.

Важнейшим этапом проектирования сетей беспроводного доступа, в том числе и широкополосного доступа, является процесс частотно-территориального планирования (ЧТП). В ходе планирования выбираются окончательная структура (конфигурация) сети, места размещения базовых станций, рассчитывается возможность обеспечения радиопокрытия с заданным качеством связи, разрабатывается частотный план распределения радиоканалов для базовых станций, выполняется адаптация плана к условиям территориальных и частотных ограничений проектируемой зоны обслуживания, формируются зоны обслуживания для каждой базовой станции и сети в целом, оцениваются и минимизируются внутрисистемные помехи. Также при планировании в обязательном порядке выполняется анализ внешней электромагнитной совместимости планируемой системы радиоэлектронной связи (РЭС) с другими уже существующими системами и возможность обеспечения требуемой емкости сети для обслуживания абонентской нагрузки [2].

Постановка задачи

На сегодняшний день проводятся исследования по разработке системы ЧТП сетей подвижной и фиксированной радиосвязи на базе геоинформационных технологий [3], существует множество программных комплексов, позволяющих в той или иной мере выполнять ЧТП систем беспроводной связи. Однако, существующее программное обеспечение, как правило, является узконаправленным и содержит много ограничений, например, осуществляет ЧТП в ограниченном диапазоне частот либо для конкретного стандарта связи и т.д., что не всегда может в полной мере удовлетворить потребности заказчика, следовательно, современный мир требует разработки универсального программного обеспечения, выполняющего ЧТП систем беспроводной связи в широком диапазоне частот в самых разных стандартах беспроводной связи, который также способен решать смежные задачи, связанные с ЧТП систем беспроводной связи. Поэтому *цель данной статьи* – разработка обобщённой функциональной схемы программного комплекса планирования сетей беспроводной связи.

Основная часть

Анализ некоторых программных комплексов, выполняющих частотно-территориальное планирование сетей беспроводной связи.

Опыт ведущих операторов подвижной связи показывает, что важную роль в предоставлении

качественных услуг связи играет правильная организация процесса построения и модернизации сети, который начинается с планирования и заканчивается оптимизацией всей сети или ее фрагментов [4].

Процесс эксплуатации современной сети беспроводной связи неразрывно связан с ее развитием и вводом новых фрагментов или элементов в ее структуру. С целью обеспечения качественных услуг беспроводной связи на основе внедрения новых технологий, более эффективного использования имеющегося частотного ресурса и оптимизации структурно-топологических параметров сети все ведущие операторы применяют специализированные программные средства для компьютерного моделирования на разных этапах построения беспроводных радиосетей [4]. Проанализируем некоторые программные продукты, представленные на рынке сегодня.

Анализ наиболее распространенных программных продуктов, которые осуществляют ЧТП сетей беспроводной связи, позволяет отметить следующие общие особенности.

В анализируемых программных комплексах в той или иной мере реализованы модели и методики прогнозирования распространения радиоволн, основанные на рекомендациях Международного союза электросвязи (МСЭ): Р.1812 «Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб «из пункта в зону» в диапазонах УВЧ и ОВЧ»; Р.1546-3 «Метод прогнозирования для трасс «точка-зона» для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц»; Р.526-10 «Распространение радиоволн за счет дифракции» в части п.3 «Дифракция над сферической Землей»; Р.526-11 «Метод прогнозирования распространения радиоволн с учетом дифракции»; Р.1238 «Метод прогнозирования распространения сигнала в помещениях в диапазоне 900 МГц – 100 ГГц»; Р.530 «Метод прогнозирования распространения сигнала для наземных служб радиосвязи в условиях прямой видимости»; Р.452 «Метод определения помехи на поверхности Земли при частоте сигнала $> 0,7$ ГГц»; Р.1411-5 «Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования наружных систем радиосвязи малого радиуса действия и локальных радиосетей в диапазоне частот от 300 МГц до 100 ГГц»; а также ряда других (COST 231 HATA, PTP Wong).

Для получения данных о высотах рельефа и застройки местности, анализируемые программные комплексы поддерживают работу с растровыми и векторными цифровыми картами местности. Могут использоваться следующие варианты: растровые карты SRTM3 (3-секундное разрешение) совместно с векторными картами водных поверхностей SWBD; растровые карты GTOPO30 (30-секундное разрешение), используются вместо SRTM3 при расчетах на широтах выше 60 град; векторные карты SHAPE-формата (универсальный формат обмена между геоинформационной системой (ГИС), могут быть получены путем конвертации из векторных карт других форматов, например Map Info, Панорама и др.); другие варианты.

Для отображения результатов расчета могут использоваться следующие варианты или их комбинации: на отсканированных топографических картах требуемого масштаба; на векторных картах SHAPE-формата; на растровых картах SRTM3 или GTOPO30; на картах или спутниковых снимках GOOGLE (при наличии доступа в сеть Internet).

Программный комплекс CELLTEK [5]. Данный программный комплекс в базовом варианте позволяет осуществлять ЧТП сетей мобильной связи стандарта GSM-900, анализировать профиль трассы между передающей и приемной станцией, анализировать зоны покрытия и прогнозируемую напряженность электромагнитного поля на заданном участке территории (карты) с учетом заданных параметров базовых станций.

Программный комплекс «Зона – Подвижная связь» [6] предназначен для ЧТП сетей профессиональной подвижной и технологической радиосвязи с учетом геоклиматических факторов (геоинформационной системы ГИС) в режимах «зона» и «точка-точка». Реализованные модели и методики позволяют проводить расчеты в диапазоне от 30 МГц до 3000 МГц.

Программный комплекс ONEPLAN RPLS (ONEGA RPLS) [4, 7]. Компания ИнфоТел – разработчик программных комплексов ONEPLAN RPLS (ONEGA RPLS) планирования и оптимизации сетей подвижной связи различных стандартов, включая сети сотовой связи 2 – 4 поколения (2G/3G/4G), аналоговые и цифровые транкинговые сети, сети аналогового и цифрового ТВ и радиовещания; радиорелейных линий.

Программный пакет ATDI [8] представляет в совокупности программное обеспечение, предназначенное для регулирования, планирования, измерений и оптимизации любого типа радиосетей, работающих в диапазонах от 10 кГц до 450 ГГц.

Следует отметить, что на мировом рынке ведущие позиции среди производителей программных продуктов, предназначенных для управления радиочастотным спектром и планирования сетей радиосвязи, а также производства цифровых карт, занимает компания ATDI [8].

Программный пакет ATDI разработан для сетей, работающих в диапазонах от 10 кГц до 450 ГГц, включает в себя несколько специальных продуктов и несколько дополнительных инструментов, работающих под Microsoft Windows, таких как ICS telecom – программный продукт, который решает следующие задачи: управление радиочастотным спектром, частотно-территориальное планирование сетей беспроводной связи, расчёт внутри- и межсетевой электромагнитной совместимости, анализ результатов радиомониторинга, планирование радиочастотного спектра; ICS manager – программный продукт, который осуществляет административное управление радиочастотным спектром в соответствии с руководящими принципами МСЭ-Р SM1370; ICS map server – программный продукт, который предназначен для производства цифровых карт в формате ATDI, а также в формате третьих организаций; Antios –

програмное обеспечение для проектирования диаграмм направленности отдельных антенн и систем антенн в двух и трех измерениях; HTZ warfare (ориентирован для применения в вооруженных силах и органах внутренних дел) – программный продукт, который осуществляет расчёт покрытия, интерференций и перехвата радиосигналов радаров, перехвата радиосигнала подвижных систем связи, оптимизации местоположения станций подавления радиосигнала, расчёта минимальной мощности систем подавления радиосигнала, определения эффективности воздушных и наземных систем подавления радиосигнала.

Обобщенная функциональная схема программного комплекса, выполняющего планирование сетей беспроводной связи.

Проведенный анализ существующих программных комплексов, выполняющих ЧТП беспроводных систем связи, позволяет сформировать основные требования к современным программным продуктам, которые осуществляют планирование беспроводных сетей связи.

Разрабатывая современный программный комплекс, предназначенный для планирования беспроводных сетей связи, необходимо сформировать новую систему моделей и критериев оценки, пригодную для планирования как сетей 4G, так и их последующих интерпретаций. Данный программный комплекс должен учитывать такие особенности как: изменения в характере распространения радиоволн ввиду изменения диапазона, увеличивающееся количество городских и локальных РЭС, значительная мобильность абонентов и их неравномерное распределение, высокая пропускная способность, а в перспективе все большую конвергенцию трафика и постепенный переход к IP сетям [1].

Основными принципами при разработке программных продуктов, осуществляющих ЧТП современных систем беспроводной связи (4G и их модификаций), должны стать:

- расширение границ частотного диапазона проектируемых беспроводных систем связи;
- формулирование требований к частным случаям ЧТП «центр города», «пригород», «открытое пространство», «парковочная зона»;
- учет специфики новых технологий, обеспечивающих высокоскоростную радиосвязь, например, OFDMA и SC-FDMA, MIMO и др.;
- возможность анализа многолучевого распространения в точке приема;
- возможность анализа распространения электромагнитного поля внутри помещений;
- возможность анализа скорости обслуживания абонентов;
- возможность анализа емкости и пропускной способности базовых станций.

Перечисленные компоненты в дальнейшем должны стать основой для программного продукта, способного комплексно решать задачи планирования и прогнозирования современных беспроводных сетей связи, что позволит наиболее оптимально проектировать новейшие системы абонентского доступа, которые в дальнейшем с большой долей вероятности поглотят такие классические стандарты как GSM-900/1800, UMTS, CDMA и др. [1].

Возможный вариант обобщенной функциональной схемы современного программного комплекса, выполняющего планирование сетей беспроводной связи, предложен на рис. 1.

Для реализации программного комплекса согласно функциональной схеме, показанной на рис. 1, необходимо объединение специалистов и потенциала ученых разных отраслей и направлений науки, а именно специалистов в области изучения электромагнитных полей, в области антенной техники и радиоэлектронных средств, в области моделирования геоинформационных систем, в области создания баз данных, в области программирования и др.

Выводы

Таким образом, в данной статье проведен анализ некоторых программных комплексов, которые осуществляют ЧТП беспроводных систем связи. На основе проведенного анализа высказаны основные принципы, которые необходимо учитывать при разработке и реализации современных программных комплексов, предназначенных для осуществления планирования сетей беспроводной связи. Предложена обобщенная функциональная схема программного комплекса, выполняющего планирование сетей беспроводной связи, на основании которой можно разработать универсальный программный комплекс, обеспечивающий планирование беспроводных сетей разных стандартов радиосвязи в широком диапазоне частот.

К дальнейшим исследованиям в этой области следует отнести научно-техническую задачу, связанную с реализацией программного комплекса планирования беспроводных сетей согласно предложенной в данной работе обобщенной функциональной схеме.

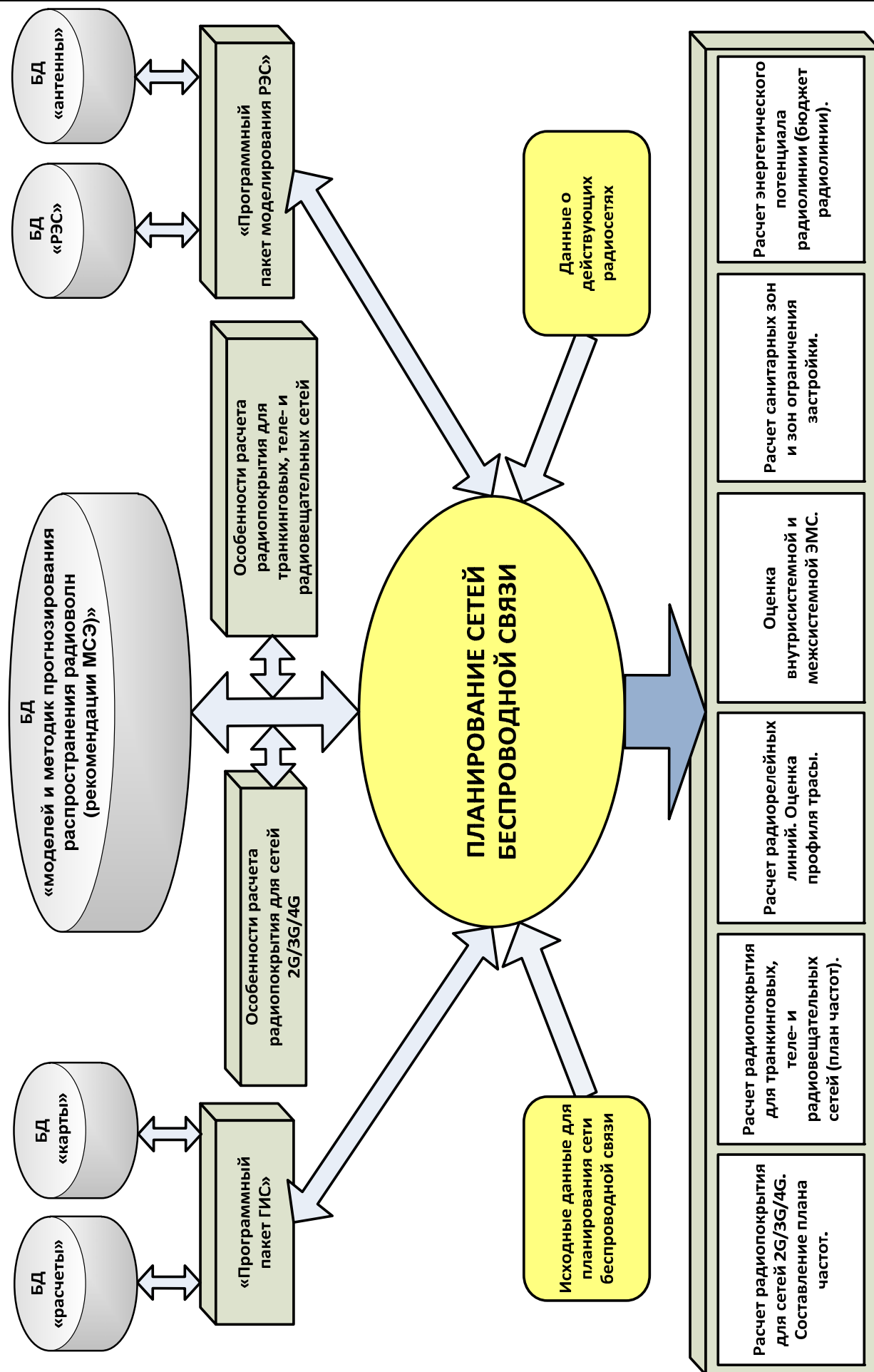


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема программного комплекса планирования сетей беспроводной связи

Література

1. Кокшарев К.И. Частотно-территориальное планирование сетей четвертого поколения / К.И. Кокшарев // Мат. 63-й НТК профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПб ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Часть I, 21 – 25 февраля 2011, Санкт-Петербург. – 2011. — С. 5 – 8.
2. Частотно-территориальное планирование сетей подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] / EMCLab. – Режим доступа к статье: <http://giprosvjaz.by/emclab/node/99>
3. Михайлов П.А. Разработка системы частотно-территориального планирования сетей подвижной и фиксированной радиосвязи на базе геоинформационных технологий: дис. кандидата техн. наук: 1999 / Михайлов П.А. – Санкт-Петербург, 1999. – 172 с.
4. Одоевский С. Планирование и оптимизация сетей беспроводной связи / С. Одоевский, В. Степанец // Технологии. Первая миля. – 2010. – № 2. – С. 28 – 31.
5. Драганов В.М. Методическое руководство к лабораторной работе № 65. Элементы частотно-территориального планирования сетей сотовой связи / Драганов В.М., Маковеев Д.А. – О.: ОНАС, 2009. – 32 с.
6. Гриценко А.А. Программное обеспечение частотно-территориального планирования сетей профессиональной подвижной радиосвязи / А.А. Гриценко, В.А. Жиров // Инфосфера. – 2010. – № 2. – С. 90 – 92.
7. INFOTEL [Электронный ресурс] / INFOTEL. – Режим доступа к статье: <http://www.rpls.ru/product.html>
8. ATDI [Электронный ресурс] / ATDI Eurasia. – Режим доступа к информации: <http://www.atdi.ru/>

Reference

1. Koksharev K.I. Chastotno-territorial'noe planirovanie setej chetvertogo pokolenija / K.I. Koksharev // Mat. 63-j NTK professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov SPb GUT im. prof. M.A. Bonch-Bruevicha. Chast' I, 21 – 25 fevralja 2011, Sankt-Peterburg. – 2011. — S. 5 – 8.
2. Chastotno-territorial'noe planirovanie setej podvizhnoj radisvjazi [Jelektronnyj resurs] / EMCLab. – Rezhim dostupa k stat'e: <http://giprosvjaz.by/emclab/node/99>
3. Mihajlov P.A. Razrabotka sistemy chastotno-territorial'nogo planirovanija setej podvizhnoj i fiksirovannoj radisvjazi na baze geoinformacionnyh tehnologij: dis. kandidata tehn. nauk: 1999 / Mihajlov P.A. – Sankt-Peterburg, 1999. – 172 s.
4. Odoevskij S. Planirovanie i optimizacija setej besprovodnoj svjazi / S. Odoevskij, V. Stepanec // Tehnologii. Pervaja milja. – 2010. – № 2. – S. 28 – 31.
5. Draganov V.M. Metodicheskoe rukovodstvo k laboratornoj rabote № 65. Jelementy chastotno-territorial'nogo planirovanija setej sotovoj svjazi / Draganov V.M., Makoveenko D.A. – O.: ONAS, 2009. – 32 s.
6. Gricenko A.A. Programmnoe obespechenie chastotno-territorial'nogo planirovanija setej professio-nal'noj podvizhnoj radisvjazi / A.A. Gricenko, V.A. Zhiron // Infosfera. – 2010. – № 2. – S. 90 – 92.
7. INFOTEL [Jelektronnyj resurs] / INFOTEL. – Rezhim dostupa k stat'e: <http://www.rpls.ru/product.html>
8. ATDI [Jelektronnyj resurs] / ATDI Eurasia. – Rezhim dostupa k informacii: <http://www.atdi.ru/>

Рецензія/Peer review : 9.1.2015 р. Надрукована/Printed :24.1.2015 р.
Стаття рецензована редакційною колегією

УДК 681.2.66 (0754.8)

О.І. ПРОКАЗА

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ОБ'ЄКТІВ ТРЕТЬОГО ПОРЯДКУ З ЗАПІЗНЕННЯМ МЕТОДОМ КВАДРАТУР

Технологічні об'єкти, а також системи контролю та регулювання працюють в динамічних режимах для управління якими широко використовуються розрахунки перехідних процесів. Сучасні методи розрахунку таких процесів є наближеними, що призводить до значних похибок вимірвального контролю та регулювання. Показано, що підвищити точність розрахунку можна шляхом використання методу квадратур. В статті розглянуто систему управління третього порядку з запізненням і показано вплив часу чистого запізнення на характер перехідних процесів. Описані методи визначення сталих часу ідентифікованої системи.

Ключові слова: метод, перехідний процес, система, контроль, регулювання, квадратура, рівняння, точність.

E. PROKAZA

East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl

THE CALCULATION OF TRANSIENTS OBJECTS THE THIRD-ORDER WITH DELAY BY THE METHOD OF QUADRATURES

Technological objects, as well as systems of regulating and control are operated in dynamic modes to control which are widely used calculations of transients. Modern methods of calculation of such processes are approximate, which leads to significant errors of measuring control and regulation. It is shown that increase the accuracy of the calculation may be achieved by use of the method of quadratures. The article deals with the control system of the third-order with delay and shows the effect of time pure delay on the character of transients. Describes methods for determining the time constant of the identified system.

Keywords: method, transient, system, control, regulation, quadrature, equation, accuracy.