

# ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на [www.t-nauka.ru](http://www.t-nauka.ru)

ISSN 2500-1132    Издательский дом "Плутон"    [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

## Выпуск №31

Кемерово 2018

15 октября 2018 г.

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

ISSN 2500-1132

УДК 378.001

Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на [www.t-nauka.ru](http://www.t-nauka.ru)

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала.

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей.

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Зими́на Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инженерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении.

Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета.

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими.

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент кандидат технических наук, Московский политехнический университет.

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru) e-mail: [admin@idpluton.ru](mailto:admin@idpluton.ru)

Подписано в печать 15.10.2018 г.

Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

## Содержание

1. МИНЕРАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ.....2  
**Кахаров З.В., Ҳамроев А.Ю.**
2. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОСТАВОК И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ «BLOCKCHAIN».....5  
**Суллиев А.Х., Толипова И.З., Аъзамов С.С., Жалилов Д.Ю, Хуррамова С.А.**
3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ.....8  
**Гладков Р.В., Кудрявцев В.И., Андреев М.В.**
4. THE EFFECT OF ORGANIZATION OF VIRTUAL LABORATORY EXPERIENCE FROM PHYSICS.....11  
**Abdumannopov X.K., Komilov F.A., Shokirova S.A.**
5. ENERGY SAVING METHODS.....13  
**Rakhmanov A., Esonova M.**
6. ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....15  
**Гайибов Т.Ш., Эшонкулов Э.Б., Айтбаев Н.А.**

**Кахаров Зайтжан Васидович**

старший преподаватель кафедры «Строительство железных дорог, путь и путевого хозяйство»  
Ташкетский институт инженеров железнодорожного транспорта  
Узбекистан г.Ташкент

**Ҳамроев Анвар Юнусжон ўғли**

Студент 4-го курса «Строительного» факультета  
Ташкетский институт инженеров железнодорожного транспорта  
Узбекистан г.Ташкент

**Kakharov Zaitzhan Vasidovich**

senior teacher of the department "Construction of railways, path and track facilities"  
"Tashket Institute of Railway Transport Engineers" Tashkent, Uzbekistan

**Hamoyev Anwar Yunuszhon o'g'li**

Student of the 4th year of "Construction" faculty  
"Tashket Institute of Railway Transport Engineers" Tashkent, Uzbekistan

УДК 625.12.033.38

**МИНЕРАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ****MINERAL ADDITIVES FOR CONCRETE**

**Аннотация:** Определения влияния минеральных добавок на структуру и свойства цемента и бетона, способы получения минеральных добавок.

**Annotation:** Determining the effect of mineral additives on the structure and properties of cement and concrete, methods for producing mineral additives.

**Ключевые слова:** бетон, минеральные добавки, активные и инертные минеральные добавки, золи, органо-минеральные добавки.

**Keywords:** concrete, mineral additives, active and inert mineral additives, sols, organo-mineral additives.

Для активного управления структурой и свойствами бетонной смеси и бетона, наряду с химическими добавками применяют минеральные добавки (МД), представляющие порошки различной минеральной природы, получаемые из природного или техногенного сырья: зол, молотых шлаков, горных пород и др.

Минеральные добавки отличаются от заполнителя мелкими размерами зерен (менее 0,16 мм, а чаще еще меньше), а от химических модификаторов тем, что они не растворяются в воде. Располагаясь вместе с цементом в пустотах наполнителя, они уплотняют структуру бетона, в ряде случаев позволяя уменьшить расход цемента.

Поэтому МД часто называют минеральными наполнителями. Если оценивать МД по их влиянию на структуру и свойства цемента и бетона, то в зависимости от дисперсности их можно разделить на МД-разбавители цемента и МД-уплотнители: – МД-разбавители, например зола, имеют гранулометрический состав, близкий к цементу (удельную поверхность 0,2–0,5 м<sup>2</sup>/г). – МД-уплотнители, например, микро кремнезем, имеют частички примерно в 100 раз меньше зерен цемента (удельная поверхность 20–30 м<sup>2</sup>/г) и являются более эффективной добавкой, так как способны заполнять пустоты между зёрнами цемента и обладают повышенной реакционной способностью.

Минеральные добавки делятся на активные и инертные. Активные МД способны в присутствии воды взаимодействовать с диоксидом кальция при обычных температурах, образуя соединения, обладающие вяжущими свойствами. При введении в бетон они взаимодействуют с Са(ОН)<sub>2</sub>, выделяющимся при гидратации портландцемента. Некоторые активные МД, например, молотые доменные шлаки, способны к самостоятельному твердению, которое активизируется при добавке извести. На свойства минеральных добавок значительное влияние оказывает их зерновой состав, определяющий удельную поверхность и, соответственно, реакционную способность или возможность уплотнения структуры бетона.

Инертные добавки, например, молотый кварцевый песок, при обычной температуре не вступают в реакцию с компонентами цемента, однако при определенных условиях (например, при автоклавной обработке) они могут проявлять реакционную способность. В большинстве случаев инертные добавки используют для регулирования зернового состава и пустотности твердой фазы бетона (заполнитель – цемент- минеральная добавка) с целью управления свойствами бетонной смеси и бетона.

Природные минеральные добавки получают тонким измельчением различных горных пород вулканического (туфы, пеплы, трассы) или осадочного (диатомит, трепел, опока) происхождения. Именно к туфу первоначально был применен термин «пуццоланы» по названию итальянского местечка, где он добывался. Впоследствии этот термин распространили и на другие активные природные минеральные добавки. МД вулканического или осадочного происхождения состоят в основном из кремнезема и глинозема (70–90%), которые в известной мере определяют их пуццолановую активность. Эти добавки широко применяются при производстве цемента. К их недостаткам следует отнести повышенную водо потребность.

Минеральные добавки из техногенного сырья (золы, молотые шлаки, микро кремнезем и другие) имеют различный минералогический состав и дисперсность, от которых и зависит эффективность их применения в цементах и бетонах.

Золы ТЭС образуются при сжигании пылевидных углей из их минеральной части, которая содержит глинистые вещества, кварц и карбонатные породы. В зависимости от температуры топки (1200–1600°C) и размеров частиц минеральная часть углей или плавится полностью, или оплачивается. Химический состав зол характеризуется содержанием 35–60% SiO<sub>2</sub>, 15–35% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1–20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1–30% CaO и небольшого количества MgO, SO<sub>3</sub>, щелочей и других соединений. Соотношение компонентов золы предопределяет ее активность и вяжущие свойства.

Низко основные золы широко используются в качестве активных минеральных добавок. Наряду с минеральной частью в золах ТЭС остается небольшое количество (до 5–10% и более) несгоревшего топлива, обычно в виде кокса. Этот компонент золы отличается высокой пористостью, что увеличивает ее водо потребность, а также может отрицательно влиять на процессы структурообразования цемента с добавкой золы. Поэтому в стандартах разных стран ограничивается содержание несгоревшего угля (потери при прокаливании) 5–10%.

Размеры частиц золы колеблются в пределах 1–100 мкм и близки к размерам зерен цемента. Поскольку несгоревший уголь содержится главным образом в крупных частицах, то в отличие от других порошкообразных материалов с повышением дисперсности зол их водо потребность не повышается, а в ряде случаев даже снижается.

Средняя плотность золы составляет 1,74–2,4 г/см<sup>3</sup>, однако плотность отдельных фракций может значительно отличаться от средних значений. Мелкие частицы топлива при пылеугольном сжигании сгорают на лету. При этом на их поверхности образуется плотная оболочка, а внутри они имеют пористую структуру. Пористостью частиц объясняется малая насыпная плотность золы, которая колеблется в пределах 600–1300 кг/м<sup>3</sup>. Насыпная плотность зависит от вида топлива и температуры сжигания, обычно увеличиваясь с повышением последней.

Микро кремнезем является отходом производства кремнийсодержащих сплавов: ферросилиция, кристаллического кремния и др. В процессе плавления шихты и восстановления кварца при температуре свыше 1800°C образуется газообразный кремний, который при охлаждении и контакте с воздухом окисляется до SiO<sub>2</sub> и конденсируется в виде сверхмелких частиц кремнезема. Содержание SiO<sub>2</sub> в микро кремнеземе составляет 85–98%.

От других активных минеральных добавок микро кремнезем отличается очень малым размером частичек (0,1–0,5 мкм) и высокой удельной поверхностью (18–25 м<sup>2</sup>/г). Располагаясь в бетоне в порах цементного камня, он способствует повышению плотности и соответственно прочности, непроницаемости и долговечности бетона.

Обычный расход микро кремнезема в бетоне составляет 5–15% от массы цемента, что меньше, чем при применении других минеральных добавок. Кроме того, в этом случае взаимодействие в бетоне Ca(OH)<sub>2</sub> и SiO<sub>2</sub> сравнительно ограничено и в нем длительное время сохраняется необходимая для защиты арматуры от коррозии щелочная среда.

В сухом виде из-за сверхвысокой дисперсности насыпная плотность микро кремнезема составляет всего 0,15–0,2 т/м<sup>3</sup>, что затрудняет его транспортировку и применение, поэтому в

производстве бетона обычно используют лишенный этих недостатков предварительно гранулированный или брикетированный микро кремнезем.

Органо-минеральные добавки получают, объединяя в единую систему органический и минеральный компоненты, обладающие конкретным модифицирующим эффектом. Исследования показали, что тонкодисперсные минеральные добавки повышают эффективность действия пластификаторов и, наоборот, последние способствуют положительному действию минеральных наполнителей на структуру бетонной смеси и бетона.

Как правило, органо-минеральные добавки выпускаются в порошкообразном виде, что облегчает их введение в бетонную смесь.

При проектировании применения добавок необходимо проведение технико-экономических расчетов для прогнозирования ожидаемого эффекта. При этом следует учитывать, что использование добавок при производстве бетона требует дополнительных затрат для создания складов добавок, транспортных магистралей, узлов подготовки добавок, дополнительных дозаторов в бетоносмесительных цехах. Некоторые добавки имеют сравнительно высокую стоимость и еще дефицитны. Поэтому необходимо использовать добавки в первую очередь там, где их применение дает наибольший технико-экономический эффект.

**Библиографический список:**

1. Евдокимов Н. И «Технология монолитного бетона и железобетона». М. «Стройиздат» 1980г.467 с.
2. Хаютин Ю. Б. «Монолитный бетон». М. «Стройиздат»1984г.168 с.

**Суллиев Абсаид Хуррамович**

Научный руководитель

к.т.н., доцент

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Узбекистан

**Толипова И.З., Аъзамов С.С., Жалилов Д.Ю., Хуррамова С.А.**

Магистры

**Absaid Khurramovich Sulliev**

Scientific adviser

Ph.D., Associate Professor

Tashkent Institute of Railway Engineers, Uzbekistan

**I.Z. Tolipova, S.S. Azamov, D.Yu. Zhalilov, S.A. Khurramova**

Masters

УДК 621.88

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЯГОВОГО  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ВЫСОКО СКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ****INCREASE EFFICIENCY OF WORK OF TRAFFIC ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS  
AT HIGH-SPEED MOVEMENT**

**Аннотация:** Современный железнодорожный транспорт является одним из важных звеньев в структуре экономического, политического и социального развития Республики Узбекистан. В сфере грузовых и пассажирских перевозок железные дороги занимают лидирующие позиции по сравнению с другими видами транспорта. Перспективы развития железнодорожного транспорта напрямую связаны с развитием скоростных и высокоскоростных пассажирских перевозок, а также грузоперевозок поездами повышенной массы и длины.

**Abstract:** Modern rail transport is one of the important links in the structure of economic, political and social development of the Republic of Uzbekistan. In the field of freight and passenger transportation, railways occupy a leading position in comparison with other modes of transport.

Prospects for the development of rail transport are directly related to the development of high-speed and high-speed passenger transportation, as well as freight traffic with increased weight and length.

**Ключевые слова:** грузовых и пассажирских перевозок железные дороги занимают лидирующие позиции по сравнению с другими видами транспорта.

**Keywords:** In the field of freight and passenger transportation, railways occupy a leading position in comparison with other modes of transport.

Современный железнодорожный транспорт является одним из важных звеньев в структуре экономического, политического и социального развития Республики Узбекистан. В сфере грузовых и пассажирских перевозок железные дороги занимают лидирующие позиции по сравнению с другими видами транспорта. Перспективы развития железнодорожного транспорта напрямую связаны с развитием скоростных и высокоскоростных пассажирских перевозок, а также грузоперевозок поездами повышенной массы и длины.

Последнее особенно актуально для южных регионов в связи с перспективами увеличения грузопотока в направлении морских портов Пакистана через Афганистан.

От эффективности работы железнодорожной инфраструктуры, в частности такого ее важного элемента как система тягового электроснабжения (СТЭ) зависит успешность доставки грузов и пассажиров по утвержденным графикам движения поездов.

Одним из приоритетных направлений повышения эффективности работы СТЭ является снижение расходов электроэнергии на тягу поездов[1].

Передача электроэнергии от тяговых подстанций (ТП) к электроподвижному составу (ЭПС) сопровождается небалансом электроэнергии  $\Delta W$  в тяговой сети. Небаланс представляет разность показаний счетчиков электроэнергии, отпускаемой тяговыми подстанциями и потребляемой электроподвижным составом

Баланс электроэнергии в тяговой сети находится по выражению:

$$\Delta W_m = W_{\text{эпс}} + \Delta W,$$

где  $W_m$  – суммарный расход электроэнергии на тягу поездов по фидерам контактной сети ФКС тяговых подстанций;  $W_{\text{эпс}}$  – расход электроэнергии на движение ЭПС.

Расход электроэнергии на движение ЭПС  $W_{\text{эпс}}$ , является одним из важных показателей работы электрофицированных железных дорог, определяемым по формуле:

$$W_{\text{эпс}} = W_{\text{гр}} + W_{\text{пор}} + W_{\text{пасс}},$$

где  $W_{\text{эпс}}$ ,  $W_{\text{пасс}}$ ,  $W_{\text{пор}}$  – потребление электроэнергии на грузовое, порожнее пассажирское движение.

В свою очередь, величина  $W_{\text{эпс}}$  зависит от удельного расхода электроэнергии на тягу  $A_{\text{уд}}$ , а также грузооборота  $PI_{\text{гр}}$  и пассажирооборота  $PI_{\text{пасс}}$ .

В данной работе основным направлением по снижению расходов электроэнергии на тягу поездов принята минимизация небаланса электроэнергии в тягов сети.

При оценке эффективности работ, электрифицированных железных дорог были рассмотрены статистические показатели работы АЖ "УТЙ" за 2018 год [1].

В качестве критериев работы дистанции электроснабжения дорог выбраны следующие показатели: расход электроэнергии на тягу  $W_m$  по ФКС ТП, удельный расход электроэнергии  $A_{\text{уд}}$ , а также небаланс электроэнергии  $\Delta W$  в тяговой сети.

В 2012 году, согласно результатам работы АЖ "УТЙ", небаланс электроэнергии в тяговой сети дистанции электроснабжения РЖУ Бухара (34-8 г.Самарканд) составил 280,7 млн. кВт·ч, или 14,5% от да электроэнергии на тягу поездов. При этом нормируемый уровень технологических потерь электроэнергии составляет 3,4-6,7% от расхода электроэнергии на тягу поездов. Из этого следует, что повышение энергоэффективности железной дороги АЖ "УТЙ" за счет снижения небаланса электроэнергии в тяговой сети является актуальной задачей.

Для ее решения выполнен анализ небаланса электроэнергии в тяговой сети. Структура небаланса описывается выражением:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{т}} + \Delta W_{\text{д}} + \Delta W_{\text{к}},$$

где  $\Delta W_{\text{т}}$ ,  $\Delta W_{\text{д}}$ ,  $\Delta W_{\text{к}}$  - технологические, дополнительные и коммерческие потери электроэнергии тяговой сети соответственно.

Технологические потери электроэнергии зависят от величины тока в проводах контактной сети их активного сопротивления:

$$\Delta W_{\text{т}} = \int_0^t |\dot{I}_i|^2 R_i dt,$$

где  $t$  - расчетный период времени;  $\dot{I}_i$  - комплексный ток в  $i$ -м элементе тяговой сети;  $R_i$  - активное сопротивление  $i$ -го элемента тяговой сети [2].

Небаланс электроэнергии при односторонней схеме питания тяговой сети определяется суммой технологических и коммерческих потерь электроэнергии ( $\Delta W_1 = \Delta W_{\text{м1}} + \Delta W_{\text{к}}$ ) то же время при двусторонней схеме питания небаланс будет равен сумме технологических и коммерческих потерь энергии только при условии равенства векторов напряжении:  $\dot{U}_A = \dot{U}_B$  на шинах смежных тяговых подстанций А и В.

В этом случае двусторонняя схема по сравнению с односторонней схемой питания тяговой сети обеспечивает минимальные потери напряжения и меньший небаланс энергии в тяговой сети.

В условиях возрастающих объемов железнодорожных перевозок и расходов электроэнергии на тягу поездов, а также тарифов на электроэнергию общепринятая схема двустороннего питания в некоторых случаях может оказаться неэффективной, особенно при значительной разности напряжений на шинах смежных ТП. В этом случае требуется выполнить специальные мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности СТЭ.

В настоящее время существуют следующие методы повышения эффективности работы электрифицированных железных дорог, а именно: 1) анализ режимов работы систем тягового электроснабжения с учетом графиков движения поездов;

2) проведение мероприятий, повышающих эффективность работы СТЭ:

а) повышение уровня напряжения на шинах смежных тяговых подстанций – поперечная (ППК) и продольная (ПДК) емкостная компенсация на ТП; включение на параллельную работу силовых трансформаторов; выбор коэффициентов трансформации на тяговых подстанциях;

б) снижение коммерческих потерь электроэнергии путем внедрения автоматизированной

системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) на ФКС ТП и на ЭПС;

в) снижение дополнительных потерь электроэнергии в тяговой сети путем внедрения СКАДА –системы для диспетчерского управления режимами СТЭ[2].

Однако, перечисленные методы направлены только на повышение отдельных показателей работы СТЭ и не способны в полной мере решить поставленную задачу по выбору параметров работы устройств электрифицированных железных дорог, направленных на снижение небаланса электроэнергии в тяговой сети. Чтобы решить поставленную задачу, необходимо выполнить анализ параметров системы внешнего электроснабжения (СВЭ), тяговой сети, тяговых подстанции и организации движения поездов, влияющих на технико-экономические показатели работы СТЭ. При этом параметры можно разделить на две группы - регулируемые и нерегулируемые.

Каждый дискретный параметр устанавливается на определенный интервал времени, в течение которого он остается неизменным. Изменение значение параметра связано с переключением соответствующего ему коммутационного аппарата, обладающего определенным коммутационным ресурсом.

Исходя из этого, чтобы оценить влияние параметров СТЭ на технико-экономические показатели, необходимо учитывать дискретный характер параметров, интервалы работы и ресурс устройств и аппаратов. Исходными данными, определяющими технико-экономические показатели системы тягового электроснабжения, является график движения поездов, задающий работу СТЭ, а также режим работы СВЭ в виде графиков нагрузок.

Выбранная схема питания тяговых нагрузок должна обеспечивать напряжение на токоприемниках ЭПС  $U_{\text{ЭПС}}$  в пределах допустимых по правилам устройства системы тягового электроснабжения (ПУСТЭ) напряжений – минимального – в 21 кВ, и максимального – в 29 кВ, а также минимальный небаланс и электроэнергии в тяговой сети.

Из этого следует, чтобы достичь поставленной цели, необходимо сформулировать следующие задачи: разработать модель системы тягового электроснабжения, методику выбора схем питания тяговых нагрузок, а также технические средства и методы оценки эффективности схем питания тяговых нагрузок.

#### **Библиографический список:**

1. «О мерах по реализации проекта (Электрификация железнодорожного участка Карши-Шахрисабз) с участием зарубежного банка развития». ТП-1886 от 5.01.18 года.
2. Григорьев Н.П., Крикун А.А. Повышение эффективности работы электрифицированных железных дорог переменного тока выбором схем питания тяговых нагрузок// Перспективы науки. – 2012.№4. –С.58-64.

**Гладков Роман Викторович**  
**Gladkov Roman Viktorovich**

канд. техн. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище  
E-mail: [gladkov-80@mail.ru](mailto:gladkov-80@mail.ru)

**Кудрявцев Владимир Иванович**  
**Kudryavcev Vladimir Ivanovich**

канд. техн. наук, доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

**Андреев Максим Викторович**  
**Andreev Maksim Viktorovich**

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

УДК 623

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ОРУЖИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

### **THE MAIN DIRECTIONS OF INCREASING SURVIVABILITY OF INTELLIGENCE UNIT OF AIRBORNE TROOPS BY REDUCING THE VISIBILITY OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT**

**Аннотация:** В статье рассмотрен актуальный вопрос одного из ключевых направлений по повышению живучести разведывательных подразделений воздушно-десантных войск (ВДВ) за счет мероприятий снижения заметности вооружения и военной техники (ВВТ).

**Abstract:** the article discusses the current issue of one of the key areas to increase the survivability of the reconnaissance units of airborne troops through measures to reduce the visibility of weapons and military equipment.

**Ключевые слова:** заметность, живучесть, скрытность, вооружение, военная техника

**Keywords:** visibility, survivability, stealth, weapons, equipment.

Государственная и военная политика России, в настоящее время, формируется в условиях напряженной внешнеполитической обстановки, под воздействием процессов геополитической конкуренции и экономического противоборства государств, глобализации международных отношений.

Согласно взглядам российских и зарубежных аналитиков, одной из самых востребованных теоретических концепций войн является концепция «сетцентрических войн», сущность которой заключается в переходе от фронтального противостояния к сосредоточению усилий в тех областях, где удастся выявить уязвимость в вооружении и способах боевых действий противника, определение главного звена в системе его боевого построения и управлении, нарушение которого и является целью действий войск [0]. Превосходство в мобильности, информационном обеспечении и, как следствие, в точности поражения позволит войскам вести боевые действия в таком темпе и с такой интенсивностью, которые вероятный противник не в состоянии выдержать.

Зарубежные страны продолжают развитие новых форм применения войск, таких как массированный удар высокоточным оружием, совместное использование средств РЭБ и огневого поражения, рейдовые действия воздушно-штурмовых соединений (частей), стратегические действия аэромобильных десантов. В связи с этим развитие войск Вооруженных сил США происходило в соответствии с программой «Армия-21», направленной на значительное расширение их боевых возможностей за счет оптимизации организационно-штатных структур и повышения уровня технической оснащенности. Целью данной программы являлось создание более гибких, обладающих высокой живучестью формирований, способных противостоять любому противнику. Достигнуть этого предполагалось путем оснащения соединений вооружением и военной техникой (ВВТ), разработанными на базе новейших цифровых технологий и позволяющими формировать органы управления всех уровней [0].

Благодаря высокому развитию информационно-разведывательной инфраструктуры в интересах общевойсковых объединений и соединений служат комплексы разведки на беспилотных летательных аппаратах, стратегическая разведывательная авиация, космические системы разведки, а также собственные силы и средства, способные одновременно вести оптическую, радио-, радиотехническую, радиолокационную, тепловую и лазерную разведки.

В таких условиях современного общевойскового боя остаться незаметным для противника практически невозможно, что снижает эффективность применения разведывательных подразделений. Поэтому снижение заметности образцов вооружения и военной техники (ВВТ) является одним из ключевых направлений обеспечения скрытности. В то же время скрытность ВВТ есть составная часть основного боевого свойства – живучести, а соблюдение скрытности – обязательным условием успеха при выполнении боевых задач.

Живучесть – одна из важнейших характеристик, оценивающая способность военной техники сохранять или быстро восстанавливать возможность функционирования при боевых повреждениях, т.е. способность выполнять боевые задачи или обеспечивать их выполнение.

Живучесть обеспечивается должной прочностью конструкции военной техники, броневой защитой, уменьшением габаритных размеров, приданием образцам военной техники форм, способствующих снижению заметности в оптическом и радио диапазонах частот, нанесением маскировочной окраски, а также созданием конструкций, устойчивых к воздействию ударной волны, проникающей радиации и высокой температуры, установкой дублирующих источников энергии, органов управления и других жизненно важных систем, наличием специальной защиты экипажа, в том числе и биологической защиты.

Вопросы сохранения живучести актуальны на всех этапах применения разведывательных подразделений. В целом живучесть разведки обеспечивается организационно-штатной структурой, их техническим оснащением, полевой выучкой и морально-психологической подготовкой личного состава. Однако на сегодняшний день эта задача решена не полностью.

Анализ организационно-штатной структуры (ОШС) разведывательных подразделений воздушно-десантных войск (ВДВ) показывает, что большинство объектов военной техники ВДВ были созданы в соответствии с требованиями только по основному целевому назначению, поэтому уровни заметности были значительными, а имеющиеся традиционные средства маскировки и имитации оказались неэффективными ввиду ограниченных возможностей по их применению.

В современных условиях «заметность образца военной техники» характеризует неотъемлемое свойство образца, представляющее собой совокупность отражательных и излучательных характеристик объекта, определяющих возможность его обнаружения, распознавания и наведения на него оружия.

Выделяют основные показатели заметности (демаскирующие признаки) объектов ВВТ в различных диапазонах длин волн:

в оптико-визуальном (видимом) диапазоне - контрастный образ объекта, искажение характеристик фона (тени, создаваемые объектом), искажение характеристик фона за счет движения объекта;

в инфракрасном (И К) диапазоне - среднюю по поверхности разность радиационных температур объекта и фона;

в лазерном диапазоне - удельные эффективные поверхности рассеяния (ЭПР) объекта ВВТ;

в радиолокационном диапазоне - среднее значение ЭПР и совокупность значений ЭПР в различных секторах наблюдения в соответствии со структурой диаграммы обратного рассеяния объекта наблюдения (обзорный режим); радиолокационный портрет объекта (режим детальной разведки).

Анализ опыта зарубежных стран комплексного снижения заметности ВВТ показывает, что основные усилия в данной области направлены на снижение радиолокационной и тепловой заметности образцов.

Снижение оптико-визуальной заметности достигается:

на этапе конструирования: за счет оптимизации геометрической формы и компоновки силовых агрегатов и корпусов, применением в элементах их конструкций композиционных и радиопоглощающих материалов и покрытий.

на этапе эксплуатации: применением различного рода искусственных элементов, деформирующих контуры объектов, фальшбортов, противотеневых экранов, срезанной

растительности, масок - принадлежностей из маскировочных сетей (как правило, радиопоглощающих).

Основные усилия в ИК диапазоне длин волн сосредоточиваются на снижении контрастных радиационных температур поверхности объекта и выравнивании их с температурой фона. Этого добиваются применением теплоизоляционных материалов и использования таких средств снижения заметности наземных образцов ВВТ, как «двойная крыша» над моторным отделением объектов бронетанковой техники, фальшборта из резинокорда над нагревающимися элементами ходовой части, быстро наносимые и легко смываемые пены с различными присадками (в том числе и радиолокационными), быстроремонтируемые теплоизоляционные покрытия и т. д.

Снижение заметности ВВТ в радиолокационном диапазоне длин волн основывается на уменьшении удельной эффективной поверхности рассеяния объектов. Одним из способов снижения заметности наземного ВВТ является применение радиопоглощающих покрытий (РПП) и материалов (РПМ). В сочетании с этим используют дополнительные перспективные способы снижения радиолокационной заметности, такие, как металлизация остекления кабин и приборов световой сигнализации; использование быстросохнущих водовоздушных и полимерных пен с радиолокационными присадками; экранирование полостей между кабиной и кузовом-контейнером автомобильной техники, ниш ходовой части и т. д. На сегодняшний день активно применяются стелс-технологии, связанные с изменением геометрических параметров образцов и заключающийся в разработке внешней оболочки, изменяющей геометрическую форму образцов ВВТ.

Для обеспечения скрытности образцов военной техники могут также использоваться средства воздушно-космической обороны (ВКО), средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ), комплексы индивидуальной защиты, средства скрытия общего применения (пенные и аэрозольные средства радиохимической, биологической защиты (РХБЗ), маски, сетки и др.), но все они не являются принадлежностью образца и применяются для разных объектов.

Таким образом, снабжение разведывательных подразделений ВДВ перспективными средствами снижения заметности основанные на управлении вторичным полем рассеивания, а также использование специальных конструкционных материалов и плазменных образований, при создании базовых комплексов и технологий снижения заметности объектов вооружения и военной техники способно повысить живучесть подразделений и эффективность ведения разведки.

#### **Библиографический список:**

Дорохов, В.Л. Развитие форм и способов боевых действий в современных условиях [Текст] / В.Л. Дорохов, В.В. Вихрев // Военная мысль. – 2016. – № 3(6). – С. 17–22.

Патрушев, В.Л. Реорганизация Сухопутных войск Вооруженных сил США [Текст] / В.Л. Патрушев//Научный резерв. – 2017. - №17(36). – С.63-70.

Донской, Ю.Е. Снижение заметности вооружения и военной техники: проблема и пути ее решения [Текст] / Ю. Е. Донской, В. Г. Керков, В. В. Васильев// Военная мысль. – 2006. – № 10 – С. 34–40.

Изюмов, Д.Б. Научно-технические проблемы комплексного снижения заметности образцов вооружения, военной и специальной техники ведущих зарубежных стран [Текст] / Д.Б. Изюмов, Е.Л. Кондратюк, А.Б. Логунов // Иноватика и экспертиза. – 2017. – № 3(21). – С. 258–269.

**Abdumannopov X.K.**

Student of AndMI

**Komilov F.A.**

Student of AndMI

**Shokirova S.A.**

Student of AndMI

Andijan Republic of Uzbekistan

E-mail: [komilov\\_nasibullo@mail.ru](mailto:komilov_nasibullo@mail.ru)

УДК 004:681.3

**THE EFFECT OF ORGANIZATION OF VIRTUAL LABORATORY EXPERIENCE FROM PHYSICS****ЭФФЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ОПЫТА ОТ ФИЗИКИ**

**Annotation:** Today, the computer is rapidly penetrating all areas of our lives. It is no secret that many different professionals, entrepreneurs, and creators have been using the computer in their workplace to create wonderful miracles. It is well-known today that it is impossible to imagine the future without it. Its capacities are increasing day by day, so it has become one of the most trusted friends in the business, at home, and even in holidays. In recent years, the accelerated development of computer technology in the development of science and technology has led to the creation of new information technologies and their intensive development. In this article I have tried to concentrate on the virtual laboratory for students.

**Аннотация:** Сегодня компьютер быстро проникает через все области наших жизней. Не секрет, что многие различные профессионалы, предприниматели и создатели использовали компьютер на своем рабочем месте. Невозможно вообразить будущее без него. Его мощности увеличиваются день за днем, таким образом, это стало одним из пользующихся наибольшим доверием в бизнесе, дома, и даже в праздники. В последние годы ускоренное развитие компьютерной технологии в развитии науки и техники привело к созданию новых информационных технологий и их интенсивному развитию. В этой статье я попытался сконцентрироваться на виртуальной лаборатории для студентов.

**Key words:** computer technology, practical application, electronic versions of textbooks, electronic textbooks, electronic models, virtual models of events and processes, testing programs, virtual laboratory, mathematical modeling. optimization of processes or objects, and calculations.

**Ключевые слова:** компьютерная технология, практическое применение, электронные версии учебников, электронных учебников, электронных моделей, виртуальных моделей событий и процессов, проверяя программы, виртуальную лабораторию, математическое моделирование. оптимизация процессов или объектов и вычислений.

In recent years, the accelerated development of computer technology in the development of science and technology has led to the creation of new information technologies and their intensive development. New information technology, in turn, enters and is used in all areas of science in the fields of economics, astronomy, physics, mathematics, chemistry and even physiology. The expansion of the Internet and the increase in the number of Internet services make a significant contribution to the development of scientific technical development. New information technologies have become widely used in the educational process. Particularly, electronic textbooks, various programs have been used in the learning process. This has resulted in the creation and development of new pedagogical technologies.

At the present stage of development of scientific technique, the growth of modern media and access to educational systems, and their practical application, will undoubtedly increase the effectiveness of the course.

Unfortunately, not all educators working in education systems use modern information technologies. This is because in the course of the lesson the method of modern information technology is not developed in all directions.

The use of information technology in the education system, especially for teaching physics, includes electronic versions of textbooks, electronic textbooks, electronic models, virtual models of events and

processes, testing programs and virtual labs for laboratories, to enhance their interest in physics, deeper understanding of phenomena and distance learning and independent learning. One of the major problems of physics education is creation of vitro laboratory labs one of today's urgent problems.

Modern, technology has been used to upgrade the content of traditional education in today's educational system, radically change the teaching and learning process, and increase the effectiveness of new learning. The course is a transition period. In order to improve the efficiency of the lesson, the teacher must first define the goals and distinguish between non-traditional and traditional lessons.

The aim of the non-traditional lesson is to introduce innovations in teacher and student activities, use interactive methods in teaching science, improving laboratory skills in a more meaningful, interesting and understandable manner, to provide students with a fast and effective assessment.

Laboratory work is essential to the study of physics. Also, doing laboratory work on physics is a prerequisite for providing students with the knowledge they need. The problem of increasing the effectiveness of laboratory training in the learning process is complex and versatile. The solution needs to take into account a number of specific features of laboratory training. The most important of these is to enhance students' creative abilities by practicing theoretical knowledge, and it is quite natural that any knowledge may be erased after a certain period of time. Virtual laboratory in the learning process aims to strengthen theoretical knowledge programs and virtual labs for laboratories, to enhance their interest in physics, deeper understanding of phenomena and phenomena, and distance learning and independent learning. One of the major problems of physics education is creation of vitro laboratory labs one of today's urgent problems.

In order to strengthen theoretical knowledge, using virtual laboratory classes in the learning process can solve the problem of creativity of students, interest in science and the problem of increasing knowledge. For this purpose, a student must be able to properly choose the forms, methods, and tools of the laboratory's physics.

In laboratory work, students should be able to use laboratory equipment, devices correctly, and work independently and actively participate, with the help of information technology. It is also important to have a fictitious experience, and have the opportunity to experiment with abstract thinking through information technology. Rapid processes are slow and vice versa, while faster monitoring is one of the achievements in using information technology.

The quality of the educational process is just the process of teaching information technology not only in practice, but also in the use of modern information technologies, when used correctly and effectively in the context of the problem solving and laboratory work. The concept of "virtual laboratory" is to describe a set of hardware and software tools that are added to a simple computer, allowing you to work on your computer using a component virtual device (like a simple electronic device). An important part of the virtual instrument and virtual laboratory is a graphical user interface with a user-friendly graphical interface (which provides a user-friendly, interactive mode of communication with the computer), a graphical menu system, is calculated. Learning Virtual Laboratory is an end-to-end software product that has its own peculiarities and uses modern concepts to design large software systems that are automated and designed to improve project efficiency. The virtual learning laboratory is based on a practical package of practical applications in the lab or their industry analogues. The main focus of their creation is typically focused on mathematical modeling, optimization of processes or objects, and calculations. The Virtual Laboratory consists of animation shows, as well as layout, brief overview and glasses for testing. The most important novelty of the virtual laboratory is that it has the capability to carry out experiments that have not been able to carry out some experiments in physics departments so far. We hope that the promotion and popularization of such virtual laboratories will make a worthy contribution to the implementation of the National Qualification Program.

#### References:

1. The Law of the Republic of Uzbekistan "On Education". // Barkamol avlod - the foundation of the development of Uzbekistan. - T. Sharq. 1997.
2. B.Batirov, N.Komilov. "The ability to calculate the speed of free fallback using advanced software". Collection of scientifically-practical conference articles "Innovative Development Problems: Science, Education and Production Partnership". And November 24, 2016.

**Rakhmanov A.**

Assistant of the Department of OLTS, AndMI

**Esonova M.**

Student of AndMI

Andijan Republic of Uzbekistan

E-mail: [komilov\\_nasibullo@mail.ru](mailto:komilov_nasibullo@mail.ru)

УДК 621.3

**ENERGY SAVING METHODS****ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕТОДЫ**

**Annotation:** Interest and use of non-traditional and renewable energy sources in our country is becoming increasingly popular in unprecedented hues. Investments of foreign and international banks are being introduced for the construction and use of energy facilities for non-traditional and renewable energy sources. The main goal of energy saving is the use of energy resources more efficiently through the implementation of measures that can be carried out technically feasible, economically justified and sociologically and environmentally friendly. To do this, natural resources must be provided with a high energy coefficient of useful work in the range before consumption from the extracted one. The goal of energy economics is to reduce the amount of energy that corresponds to the national unity of gross product production. During the current world financial and economic crisis, there is a decline in production, an aggravation of the crisis, a deterioration of the living conditions of the population.

**Аннотация:** Интерес и использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в нашей стране приобретает все большую популярность в беспрецедентных оттенках. Вводятся инвестиции иностранных и международных банков для строительства и использования энергетических объектов нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основной целью энергосбережения является более эффективное использование энергоресурсов за счет реализации мероприятий, которые могут быть осуществлены технически осуществимыми, экономически обоснованными и социально и экологически чистыми. Для этого природные ресурсы должны быть обеспечены высоким энергетическим коэффициентом полезного труда в диапазоне до потребления от добытого. Целью экономики энергетике является снижение количества энергии, которое соответствует национальному единству производства валового продукта. В период нынешнего мирового финансово-экономического кризиса наблюдается спад производства, обострение кризиса, ухудшение условий жизни населения.

**Key words:** non-traditional and renewable energy, gross product production, "the global financial economic crisis, reduction of energy wasting, heating, hot and cold water transfer, creating an artificial climate, generators, high-temperature gas reactors, reactors, energy-saving program.

**Ключевые слова:** нетрадиционная и возобновляемая энергетика, производство валового продукта, " мировой финансово-экономический кризис, снижение энергозатрат, отопление, передача горячей и холодной воды, создание искусственного климата, генераторы, высокотемпературные газовые реакторы, реакторы, программа энергосбережения

The first president of the Republic of Uzbekistan A. One of the ways to reduce the impact of the crisis in the booklet called "the global financial economic crisis, the ways and measures of its elimination in the conditions of Uzbekistan", " the further strengthening of the competitiveness of our economy, the raising of population well-being is largely dependent on how we use our existing resources, first of electricity and energy resources." Types of energy-saving. Economic growth is associated with the growth of energy consumption in all aspects. The cost of energy depends on how much energy is used in the last stadia. Price determination should serve as an important factor in energy saving. The cost of energy is necessary to come out according to the following factors: the burning heat of the fuel, in addition, it is necessary to try to effectively use energy resources. Increasing the cost of energy, it is worth trying out the ways of bringing energy supply and energy consumption together, looking forward to new technological solutions and implementing them into production. The governments of the countries must adapt to the mechanism of the market economy and take measures to stimulate effective use of energy.

The government can implement policies that include the following measures:

- 1) reduction of energy wasting;
- 2) stimulation of energy-saving technical solutions;
- 3) compression of one type of energy resources with another type of energy;
- 4) limit the production of products that consume a lot of energy (restriction);
- 5) introduction of national standards for energy-consuming devices into force;
- 6) to provide funds for scientific research on non-traditional and other energoresources.

It is possible for the government to adopt laws on saving electricity, encourage conducting activities with some incentives in funds and tax payments. For example, it is necessary to introduce production for the industry. The energy economy should stimulate structured programs for the production of domestic equipment. It is necessary to carry out combined heat and electric power generating works. This will save a lot of energy on the work. Moving from industrial enterprises should expand the use of low-explosive heat, for the second time in central heating systems. According to preliminary estimates, about 11% in metallurgy, sellyulyuyus 4-12% in the paper industry, 8% in the production of ceramic and glass products, while in the production of aluminum – 6% can be energy-saving. The development of Transportation is highly dependent on petroleum products. Therefore, the measures taken from transport to the economy of energy will lead to a very large fuel savings. To do this, it is necessary to increase the chance of fuel economy of cars and reduce fuel consumption. A large amount of energy is spent in buildings: heating, hot and cold water transfer, creating an artificial climate, etc. It is necessary to introduce materials and equipment for the construction of construction sectors, improved types of construction equipment, building buildings and equipment for energy economy. It is necessary to carry out a thermostatically controlled arrangement of temperature in buildings. In order to raise the economy of energy supply, it is possible to make radical changes only in the future. To do this, of course, it is necessary to master the fuel elements and have developed new technologies and processes. Fuel technologies are these-magnetoyrodynamic generators, high-temperature gas reactors, reactors and thermoynadro reactors, which are quickly based on neutrons. A large part of energy saving is carried out in the process of gradually implementing improved technologies. In order to implement the energy-saving program for life, it is necessary to raise the consumer with economic, energy prices and to provide him with funds for savings, to be interested in the way of granting privileges, to provide funds for energy research and establish international cooperation.

**Used literature:**

1. Mirziyoev Sh. Strategy of action on the five priority areas of development of the Republic of Uzbekistan in 2017-2021.
2. First president of the Republic of Uzbekistan I.A. Karimov addresses the world financial economic crisis, Ways and measures to overcome it in the conditions of Uzbekistan. Tashkent, 2009.-56 B.
3. Internet Information. Source: <http://farishta.uz/society/novostiobshchestvo/2370-V-uzbekistane-stroitelstvo-solnechnoj-electrostantsii-otseneno-v-207-mln-dollarov> <http://www.gazeta.uz/2013/11/22/solar/>
4. Decree of the president of the Republic of Uzbekistan "on measures for further development of alternative energy sources" № 10(562) on March 11, 2013. Collection of legislation of the Republic of Uzbekistan, 213 year, WWW.LEX.UZ.
5. Internet Information. Source: <http://ecoenergy.org.ua/energeticheskienovosti/>

**Гайибов Т.Ш.**

Заведующий кафедрой «Электрические станции, сети и системы» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,  
доктор технических наук, профессор

**Эшонкулов Э.Б.**

Студент магистратуры Ташкентского института инженеров железных дорог

**Айтбаев Н.А.**

Студент магистратуры Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова

**Gayibov T.Sh.**

Head of chair "Power plants, systems and networks" of Tashkent state technical university named after Islam Karimov, doctor of technical sciences, professor

**Eshonkulov E.B.**

Undergraduate student of Tashkent institute of railway engineers

**Aytbaev N.A.**

Undergraduate student of Tashkent state technical university named After Islam Karimov

УДК 621.316

## **ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

### **EQUIVALENCE OF FINDING OF OPTIMAL QUANTITIES OF CONTROLLABLE PARAMETERS AT MINIMIZING OF POWER LOSSES IN ELECTRICAL NETWORKS**

**Аннотация:** В статье приводятся результаты исследований по определению эквивалентности нахождения оптимальных значений напряжения, реактивной мощности узла и коэффициента трансформации повышающего трансформатора, обеспечивающих минимальные потери активной мощности в электрических сетях. Даны результаты расчетных экспериментов на конкретном примере, где показана одинаковость оптимальных режимов по перечисленным параметрам.

**Abstract:** In the article the results of research on determining of equivalence of finding of optimal quantities of bus voltage, reactive power and transformer coefficient of step-up transformer, which provide the minimum of power losses in networks are presented. The results of calculating experiments in example, where the equality of optimal regimes on abovementioned parameters are given.

**Ключевые слова:** Оптимизация, минимизация потерь, эквивалентность, оптимальный режим, параметр, оптимальное планирование, оперативное управление.

**Keywords:** Optimization, minimization of losses, equivalence, optimal regime, parameter, optimal planning, operative control.

Одной из основных задач, решаемых при планировании и оперативном управлении режимами электроэнергетических систем (ЭЭС), является оптимизация режимов их сетей. Она предусматривает минимизацию потерь активной мощности в допустимой области режимов электрической сети ЭЭС. При этом определяются оптимальные уровни напряжений в контролируемых точках ЭЭС, реактивные мощности источников и коэффициенты трансформации регулируемых трансформаторов, обеспечивающих принудительное экономичное распределение потоков мощностей в контурах электрической сети. Исходными данными являются активные и реактивные нагрузки всех узлов, а также активные генерируемые мощности электростанций. В число заданных параметров входят также минимально и максимально возможные значения регулируемых параметров и некоторые их функции, которыми определяются области допустимых режимов электрической сети.

Рассматриваемая задача оптимизации формулируется следующим образом:

минимизировать функции суммарных потерь активной мощности в электрических сетях

$$\pi = \sum_{i=0}^n P_i \rightarrow \min \quad (1)$$

при выполнении условий:

а) баланса мощностей в узлах:

$$\left. \begin{aligned} W_i' &= P_i - \bar{P}_i = 0, \quad i \in \Gamma + H; \\ W_i'' &= Q_i - \bar{Q}_i = 0, \quad i \in \Gamma_1 + H \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

б) режимных и технических ограничений в форме неравенств:

$$U_{i,min} \leq U_i \leq U_{i,max}, \quad i \in \Gamma + H; \quad (3)$$

$$Q_{i,min} \leq Q_i \leq Q_{i,max}; \quad i \in \Gamma - \Gamma_1; \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} K'_{\Pi min} &\leq K'_{\Pi} \leq K'_{\Pi max} \\ K''_{\Pi min} &\leq K''_{\Pi} \leq K''_{\Pi max} \end{aligned} \right\}, \quad l \in T_K; \quad (5)$$

$$P_{l,min} \leq P_l \leq P_{l,max}, \quad l \in L_P; \quad (6)$$

$$I_{l,min} \leq I_l \leq I_{l,max}, \quad l \in L_I; \quad (7)$$

где  $n$ - число узлов в электрической сети;  $H, \Gamma$  - множество нагрузочных и генераторных узлов (за исключением балансирующего узла), соответственно;  $\Gamma_1$  - множество генераторных узлов, реактивные мощности которых нерегулируемые;  $T_K$  - множество ветвей, содержащих трансформаторы с регулируемыми коэффициентами трансформации (в общем случае с продольно-поперечным регулированием);  $L_P, L_I$  - множество ветвей, в которых контролируются потоки активных мощностей и токи;  $P_i, Q_i, \bar{P}_i, \bar{Q}_i$  - расчетные и заданные значения активной и реактивной мощностей  $i$ -го узла, соответственно.

Рассматриваемая задача относится к классу сложных задач нелинейного математического программирования. В настоящее время наиболее распространенный подход при её решении основан на разделении процесса решения на циклы итераций, в каждом из которых выполняется шаг оптимизации и расчёт установившегося режима электрической сети [1-4]. В широко применяемых на практике алгоритмах [2, с.346-357] оптимизация осуществляется градиентным методом, а расчёт установившегося режима электрической сети – методом Ньютона-Рафсона. Эти алгоритмы обладают рядом преимуществ, характеризующихся, в основном, простотой, возможностью легко учитывать простые и сложные ограничения. Вместе с тем, их нельзя считать совершенными. Сходимость итерационного процесса вычисления является медленной, а иногда, при оптимизации режимов сложных электрических сетей с большим количеством узлов и ограничениями в виде равенств и неравенств, ненадежной. Такие недостатки, недопустимые при краткосрочном планировании и оперативном управлении режимами электрических сетей, показаны, в частности, в работе [3, с.58-61] на конкретном примере оптимизации режимов электрических сетей по напряжениям узлов. Перечисленные трудности связаны, в частности, с разномасштабностью оптимизируемых параметров. В связи с этим, замена оптимизации по перечисленным выше параметрам с меньшим количеством обобщенных параметров, при оптимальных значениях которых обеспечивается минимум суммарных потерь активной мощности в электрических сетях вызывает особый интерес.

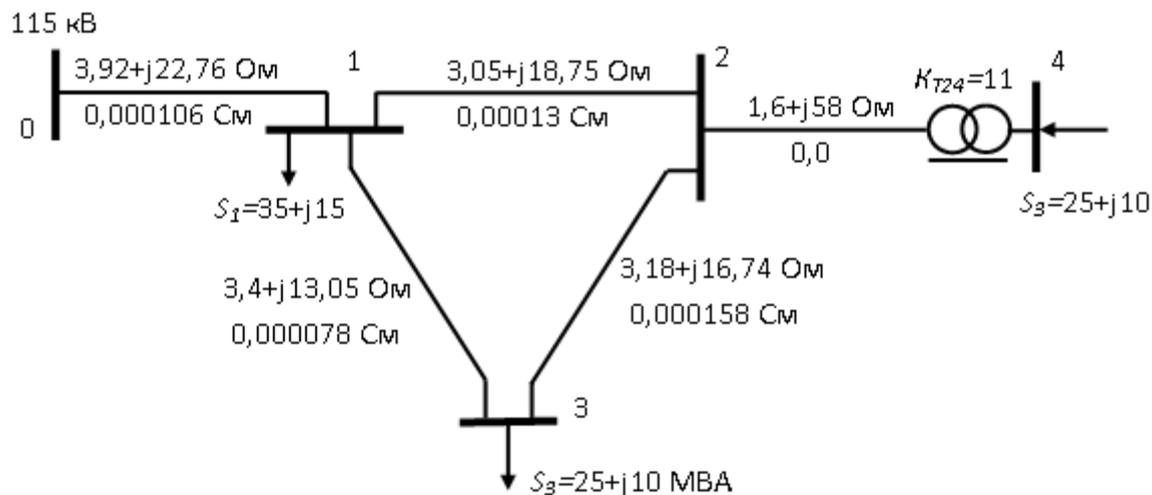


Рисунок. Схема исследуемой электрической сети

В данной работе с целью выявления такого обобщенного параметра приводятся результаты исследования авторами эквивалентности поиска оптимальных значений регулируемых параметров, т.е. реактивной мощности узла, напряжения узла и коэффициента трансформации повышающего трансформатора в узле.

Оптимизация по отдельным параметрам осуществлена по алгоритмам, описанным в [4, с.113-153].

Исследования выполнены, в частности, на примере электрической сети, схема которой представлена на рисунке. Осуществлена отдельная оптимизация по напряжению, реактивной мощности узла 4 и коэффициенту трансформации повышающего трансформатора в этом узле.

В таблице 1 приведены результаты расчета исходного установившегося режима электрической сети.

Таблица 1. Параметры исходного установившегося режима электрической сети.

Номер узла, $i$	$U_i$ , кВ	$\delta$ , рад.	$P$ , МВт	$Q$ , МВАР
0	115,0	0,0	-30,610	-14,980
1	111,130	-0,0499	35,0	15,0
2	111,980	-0,0333	0,0	0,0
3	110,573	-0,0564	25,0	10,0
4	10,669	0,0981	-30,0	-12,0

Суммарные потери активной мощности в электрических сетях: 0,610 МВт

При оптимизации по напряжению узла коэффициент трансформации трансформатора принимали как постоянный и равный на значение, приведенное на рисунке, а реактивная мощность узла как зависимая переменная. А при оптимизации по реактивной мощности тоже коэффициент трансформации принималась как постоянный, а напряжение узла – как зависимое переменное. При выполнении оптимизации по коэффициенту трансформации повышающего трансформатора напряжение узла принималось равным на 10,5 кВ, а реактивная мощность – как зависимая переменная.

В таблице 2 приводятся результаты оптимизации режима электрической сети по напряжению узла 4.

Таблица 2. Параметры оптимального режима электрической сети по напряжению узла 4.

Номер узла, $i$	$U_i$ , кВ	$\delta$ , рад.	$P$ , МВт	$Q$ , МВАР
0	115,0	0,0	-30,588	-8,665
1	112,390	-0,0513	35,0	15,0
2	113,839	-0,0361	0,0	0,0
3	112,113	-0,0581	25,0	10,0
4	11,100	0,0873	-30	-18,397

## Суммарные потери активной мощности в электрических сетях: 0,588 МВт

В таблице 3 приведены основные режимные параметры и суммарные потери активной мощности, полученные в результате отдельной оптимизации режима электрической сети по напряжению, реактивной мощности узла 4, а также по коэффициенту трансформации повышающего трансформатора. Следует отметить, остальные параметры режима во всех случаях получались такими же, что и в таблице 2.

Таблица 3. Результаты оптимизации режима электрической сети по отдельным регулируемым параметрам.

Оптимизируемый параметр	$U_4$ , кВ	$Q_4$ , МВАР	$K_{T24}$	$\pi$ , МВт
<i>Исходный режим</i>	10,669	-12,0	11,0	0,610
$U_4$ , кВ	11,100	-18,397	11,0	0,588
$Q_4$ , МВАР	11,100	-18,387	11,0	0,588
$K_{T24}$	10,5	-18,392	11,629	0,588

Сопоставив эти результаты, убедимся в том, что оптимальные режимы по отдельным параметрам одинаковые. Это показывает возможности определения оптимального режима электрической сети выполняя оптимизации по одному из регулируемых параметров. А это создает дополнительные возможности для повышения эффективности алгоритмов оптимизации режимов электрических

#### **Выводы.**

1. Поиск оптимальных значений реактивной мощности и напряжения узла, а также комплексного коэффициента трансформации повышающего трансформатора в узле является эквивалентными.

2. Эквивалентность поиска оптимальных значений узловых регулируемых параметров создает возможность ведения оптимизации по одноименным узловым параметрам. Это повышает надежности сходимости итеративного процесса оптимизации.

#### **Библиографический список:**

1. Фазылов Х.Ф., Насыров Т.Х. Расчеты установившихся режимов электроэнергетических систем и их оптимизация. Ташкент: Молия, 1999. – 377 с.

2. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике/ Под общей ред. Ю.Н.Руденко и В.А.Семенова. – М.: Изд-во МЭИ, 2000.-648 с.

3. Гайибов Т.Ш. Оптимизация режимов электрических сетей по напряжениям узлов с источниками реактивной мощности. – Вестник ТашГТУ, 2005, №3, С.58-61

4. Гайибов Т.Ш. Методы и алгоритмы оптимизации режимов электроэнергетических систем. – Т.: Изд. ТашГТУ, 2014, 188 с.







Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2018