

Из рисунка 3 следует, что при фиксированной частоте вращения вала 5 и фиксированном расстоянии от решета 4 до втулки 7 процентный выход перговых гранул, очищенных от органической оболочки, увеличивается пропорционально времени рабочего процесса и может достигать 68–75 % при увеличении продолжительности процесса механической очистки. Таким образом, максимальный уровень очистки определяется условиями поточности производства, то есть производительностью машин, осуществляющих технологический процесс получения продуктов пчеловодства.

**Выводы.** В результате статистической обработки результатов эксперимента по определению влияния времени рабочего процесса очистки перговых гранул на процентный выход перговых гранул, очищенных от органической оболочки, было получено уравнение регрессии. Анализ полученной зависимости свидетельствует, что уровень очистки перговых гранул от органических оболочек возрастает от 40–43 до 68–75 % очищенных перговых гранул в общей массе при изменении продолжительности технологического процесса от 30 до 180 секунд. Увеличение времени дополнительной очистки свыше 3–3,5 минут не является целесообразным, так как не способствует существенному повышению степени очистки гранул, снижает производительность процесса и приводит к истиранию и переизмельчению продукта.

#### Литература

1. Бышов Н.В., Каширин Д.Е. Исследование отделения перги от восковых частиц // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 1. – С. 26–27.

УДК 621.311.1 (571.51)

М.А. Брага, В.А. Кожухов

### ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ЕМЕЛЯНОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

М.А. Braga, V.A. Kozhukhov

### THE INTRODUCTION OF ELECTRIC POWER ACCOUNTING SYSTEM IN ELECTRIC POWER SUPPLY OF YEMELYANOVSKY DISTRICT OF KRASNOYARSK REGION

Анализ балансовых расчетов в распределительных сетях 0,4кВ показал, что коммерческие потери электроэнергии наносят огромный экономический ущерб. В Емельяновском районе Красноярского края, обладающем

2. Харитонова М.Н., Харитонов Н.Н., Бурмистрова Л.А. Динамика физико-химических показателей перги в процессе хранения // Вестник Рязан. гос. агротехнол. ун-та им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 77–83.
3. Харитонова М.Н. Методы сушки и качество перги // Пчеловодство. – 2011. – № 8. – С. 56–57.
4. Харитонова М.Н. Совершенствование технологии получения, хранения и переработки перги: дис. ... канд. биол. наук / Поволж. НИИ производства и переработки мясо-молочной продукции РАСХН. – Рыбное, 2011.

#### Literatura

1. Byshov N.V., Kashirin D.E. Issledovanie otdelenija pergi ot voskovyh chastic // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2013. – № 1. – S. 26–27.
2. Haritonova M.N., Haritonov N.N., Burmistrova L.A. Dinamika fiziko-himicheskikh pokazatelej pergi v processe hranenija // Vestnik Rjazan. gos. agrotehnol. un-ta im. P.A. Kostycheva. – 2012. – № 4 (16). – S. 77–83.
3. Haritonova M.N. Metody sushki i kachestvo pergi // Pchelovodstvo. – 2011. – № 8. – S. 56–57.
4. Haritonova M.N. Sovershenstvovanie tehnologij poluchenija, hranenija i pererabotki pergi: dis. ... kand. biol. nauk / Povolzh. NII proizvodstva i pererabotki mjaso-molochnoj produkcii RASHN. – Rybnoe, 2011.

санности приборов учета и возможности контроля со стороны персонала РЭС. Целью данной работы является снижение коммерческих потерь в сельских распределительных сетях 0,4кВ с внедрением автоматизированной системы контроля учета электроэнергии (АСКУЭ). В основу исследования коммерческих потерь положены результаты балансовых расчетов, проведенных в ПАО «Красноярск-энерго» за период с 2012 до 2015 г. Методика исследования потерь отражена в оперативных и перспективных расчетах ожидаемых потерь электроэнергии. В основу построения АСКУЭ положена PLC-технология, при которой информация передается о потребляемой электроэнергии по проводам линии электропередачи со скоростью до 500 Мбит/с. Разработана структурная схема электроснабжения с использованием иерархии учета электроэнергии: однофазных и трехфазных счетчиков типа Меркурий с встроенным модемом передачи данных по силовой сети. Счетчики обеспечивают накопление и хранение данных энергопотребления с нарастающим итогом и работу в многотарифном режиме. На подстанциях 10/0,4кВ располагаются концентраторы Меркурий 225.11, осуществляющие синхронизацию передачи и приема данных через выбранный канал связи. Контроль потребления энергоресурсов основан на самоорганизующейся системе АСКУЭ с использованием трехуровневой схемы. Процесс передачи энергии от потребителя производится непосредственно на границы балансовой принадлежности, то есть в верхней части ближайшей опоры перед домом потребителя. Общий контрольный прибор учета на всю линию находится в подстанции. Приведена схема постепенного внедрения и установки приборов учета системы АСКУЭ в поселке Солонцы Красноярского края. Внедрение системы АСКУЭ в поселке Солонцы Емельяновского района привело к снижению коммерческих потерь за период с 2012 по 2015 г. на 40 %.

**Ключевые слова:** качество электроэнергии, потери, приборы учета.

*The analysis of balance settlement in electrical network distribution of 0.4 kV has shown that commercial electric power dissipation causes great damage to the economy. Intensive hooking up of*

*new customers is conducted in Yemelianovsky district of Krasnoyarsk region having a substantial potential of development of power supply infrastructure. Power consumption measurement is complicated due to territorial dispersion of metering devices and inability to control on the part of the staff of power distribution zone. The objective of this work was to reduce commercial losses in rural distribution networks of 0.4 kV by means of introduction of automated electricity metering system. The results of balance settlement conducted in public company Krasnoyarskenergo over a period of 2012–2015 formed the basis of commercial losses research. Losses research procedure was reported in on-line and potential computations of electrical power expected losses. The Construction of automated electricity metering system is based on PLC-technology wherein the information on electric power consumption is transmitted across the wire of power transmission line at a speed of up to 500 Mbit/s. Structural flowchart of electrical power supply based on electric power metering hierarchy using single-phase and three phase meters like Mercury with integral power system data modem has been developed. Meters facilitate accumulation and storage of energy consumption data on a cumulative total and operation on a multirate mode. Mercury 225.11 concentrators performing data transfer and reception through a selected communication channel are situated on the electric substations 10/0,4кВ. Energy resources audit is based on the self-organizing automated electricity metering system using three-level scheme. The process of transmission of electrical power from customer is performed immediately at the boundary point that is in the upper part of nearest support outside the customer's house. Common metering device for the whole line is located in electrical substation. A plan of gradual introduction and installment of metering devices of automated electricity metering system in Solontsy, the town of Krasnoyarsk region is given. Introduction of automated electricity metering system in the town of Solontsy, Yemelianovsky district of has resulted in reducing commercial losses from 2012 to 2015 by 40 %.*

**Keywords:** power quality, losses, metering devices.

**Введение.** В современной экономической ситуации в России сбор и обработка данных энергоресурсов основаны на использовании

автоматизированного приборного энергоучёта, при котором участие человека минимизируется. Современные измерительные приборы обеспечивают эффективную работу по учету отданной в сеть электроэнергию и получаемой потребителями.

На сегодняшний день коммерческие потери электроэнергии в сетях 0,4 кВ наносят огромный экономический ущерб, что отражается при анализе балансовых расчетов. Для сетей, имеющих большое количество точек поступления и отпуска электроэнергии, обеспечение синхронного снятия показаний практически невозможно [1].

В Емельяновском районе Красноярского края происходит интенсивное подключение новых потребителей со значительным потенциалом развития инфраструктуры энергообеспечения района. В связи с этим увеличивается сложность снятия показаний счетчиков электрической энергии в ноль-ноль часов местного времени последнего числа каждого расчетного месяца.

Территориальная разбросанность многочисленных приборов учета не представляет возможности полного контроля со стороны персонала РЭС, правильности снятия показания счетчиков.

**Цель исследований.** В связи со сложившейся ситуацией в Емельяновском районе по потерям электроэнергии в сельских сетях перед нами была поставлена цель: создать автоматизированную систему контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ).

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ роста потребителей и мощности отдаваемой в сеть электроэнергии;
- разработать архитектуру построения АСКУЭ в Емельяновском районе.

**Материалы и методы исследований.** Материалом исследования явились коммерческие потери электроэнергии в электрических сетях 0,4 кВ, технология и архитектура внедрения системы АСКУЭ, оптимально подходящая для сетей Емельяновского района.

При проведении исследований мы использовали два основных метода расчетов потери электроэнергии. Оперативный расчет проводили по полученным данным РЭС Емельяновского района, при котором учитывали рост потребителей и мощность отдаваемой в сети электроэнергии (рис. 1, 2) [2, 4, 5].

Перспективный расчет проводили с целью определения ожидаемых потерь электроэнергии на ближайшие годы и восстановления экономики ПАО «МРСК-Сибири» - «Красноярскэнерго».

Емельяновский район является пригородом г.Красноярска, в нем проводится широкая застройка энергоемкими дачно-кооперативными объектами. На рисунке 1 показан рост потребителей электроэнергии за период с 2010 по 2015 г. для физических и юридических лиц.

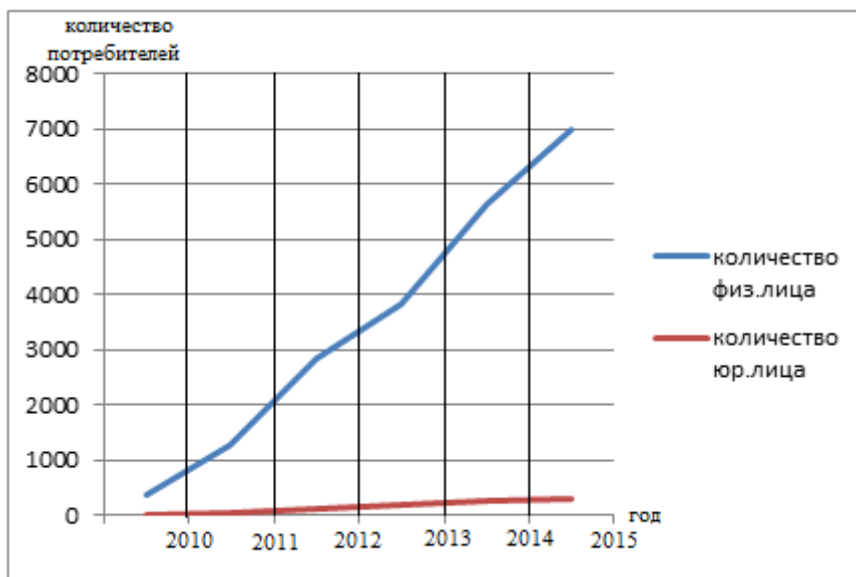


Рис. 1. Рост числа потребителей электрической энергии в Емельяновском районе

Снятие показания при таком количестве потребителей не будет действительным и точным. Внедрение системы АСКУЭ повысит точность и правдивость данных при контроле достоверности учета электроэнергии, чему способствует ежемесячное составление баланса поступившей и отпущенной электрической энергии.

Внедрение АСКУЭ – эффективный путь снижения коммерческих потерь в сетях электропитания 0,4кВ. Одной из важнейших функций АСКУЭ является борьба с хищениями электроэнергии. Серьезная доля хищений приходится на частный сектор. На рисунке 2 приведена динамика роста мощности, отдаваемой ПАО «МРСК-Сибирь»-«Красноярскэнерго» в сети Емельяновского района. Анализ кривых потребляемой мощности позволяет оценить величину реальных потерь, связанную с хищениями, что составляет около шести тысяч киловатт ежемесячно. Производители АСКУЭ предусматривают в своих разработках целые комплексы защитных мероприятий. Самый действенный способ борьбы с хищениями – это контроль баланса по объекту. Эта функция реализована в АСКУЭ практически всех производителей. Система ведет постоянное сведение баланса во внутридо-

мовых сетях: сколько «пришло» на счетчик подстанции и сколько «ушло» через счётчик на опоре. Если баланс не сходится, значит, кто-то пользуется электроэнергией в обход счетчика. Плюс к этому АСКУЭ выявляет аномальные режимы потребления в каждом доме. А на основании этих данных несложно определить жильца, занимающегося хищениями. На основании собранных данных система контролирует небалансы на объектах учета, что позволяет выявлять оператору проблемные участки. Что касается систем дистанционного отключения про штрафившегося абонента, то с этой опцией АСКУЭ следует обращаться осторожно. Причем главная проблема не в отключении, а в последующем включении питания. АСКУЭ после внесения платежа должником должна автоматически восстановить его энергоснабжение. Но неизвестно, какие приборы в квартире в этот момент включены в сеть. Внезапное включение может привести к порче оборудования. Чтобы избежать таких ситуаций, надо хотя бы продублировать автоматическое включение ручным. Абонент получает информацию о возобновлении энергоснабжения, после чего сам, с осознанием ответственности, поворачивает рубильник.

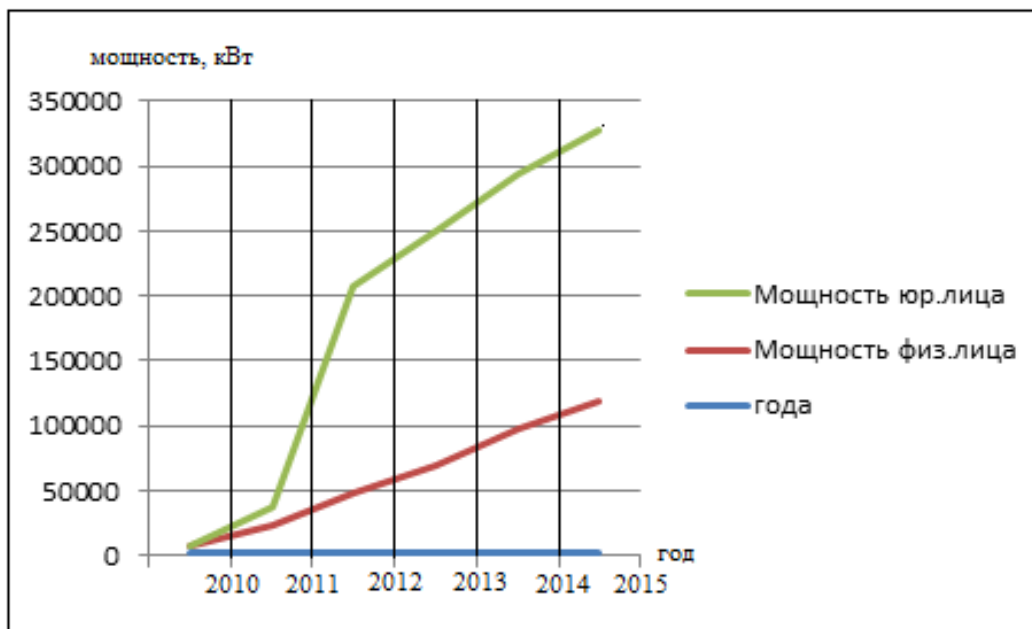


Рис. 2. Увеличение максимальной мощности, отдаваемой в сети потребителям Емельяновского района в период с 2010 по 2015 г.

В основе построения АСКУЭ используется PLC-технология, при которой информация о потребленной электроэнергии передается по проводам линии электропередачи. PLC включает BPL – широкополосную передачу данных по линии электропередачи со скоростью до 500 Мбит/с и NPL – узкополосную передачу информации по линии электропередачи со значи-

тельно меньшими скоростями передачи данных до 1 Мбит/с.

В зависимости от диапазона рабочих частот, пропускной способности и удаленности потребителя от концентратора существует несколько проводных технологий передачи информации показаний приборов учета.

Анализ существующих проводных технологий приведен в таблице [3].

### Основные параметры проводных технологий

Параметры	Технология					
	HFC	ADSL	VDSL	ADSL2+	PLC	FTTH
Диапазон рабочих частот, МГц (полоса частот/канал, МГц/канал)	5...1000 (6...8)	До 1,1		До 2,2	1...30	1000
Пропускная способность, Мбит/с (расстояние, км)	США: 3...4 Канада: до 10 Великобритания: 1...8 Франция: до 100	1,5 (5,4)...12 (0,3)	13 (1,3)...52 (0,3)	7,5 (2,7)...26 (0,3)	200, пиковая, для узла сети: 2...4	1 Гбит/канал
Максимальное расстояние, км	100 (с использованием усилителей)	5,4	1,3	2,7	3 (10...50 кВ); 0,2 (0,22...0,38 кВ)	20
Параметры развертывания	Просто при наличии ТВ-кабеля. Большие затраты при создании новой сети	Просто при наличии точек подключения			Легко. Не требуется прокладка кабеля	Большие проблемы при прокладке кабеля
Преимущества	Можно использовать существующие сети кабельного ТВ	Возможность использования уже существующих точек подключения			Наличие разветвленной инфраструктуры	Очень широкий диапазон частот
Недостатки	Ограниченная пропускная способность. Асимметричность	Скорость передачи в большой степени зависит от расстояния. Асимметричность			Отсутствие единого стандарта	Большие затраты при создании сети

Наличие разветвленной инфраструктуры энергопотребления и низких финансовых затрат на установку системы АСКУЭ дает предпочтение PLC-технологии.

Для технической реализации PLC-технологии на объектах энергопотребления частного сектора используются однофазные счетчики Меркурий 200, 201, 202, 206 и трёхфазные счетчики Меркурий 230, 234, 236 с встроенным модемом передачи данных по силовой сети (PLC-модем). Счетчики обеспечивают накопление и хранение энергопотребления с нарастающим итогом, работу в многотарифном режиме, учет реактивной энергии, дистанционное вкл/откл или ограничение потребления, измерение и индикацию мгновенных значений мощности, напряжения тока, cos F. Следует учитывать, что интерфейс PLC-I

обеспечивает получение данных только об учтенной электроэнергии.

На подстанциях 10/0,4 кВ располагаются концентраторы "Меркурий 225.11". Концентратор осуществляет синхронизацию передачи и приём данных от счетчиков электроэнергии по одной фазе и передачу данных через выбранный канал связи на центральный диспетчерский пункт. Возможен съём накопленной информации на переносной компьютер инспектора непосредственно на месте установки концентратора.

Концентратор обеспечивает:

- прием, обработку и хранение данных об энергопотреблении от 1024 счетчиков;
- передачу индивидуальных и групповых команд счётчикам;

- синхронизацию внутренних часов многотарифных счетчиков;
- ретрансляцию данных для увеличения зоны охвата;
- формирование данных об аварийно-техническом состоянии системы;
- подключение GSM и радиомодемов, адаптеров сети ethernet.

Для контроля потребления энергоресурсов используется трехуровневая схема.

1. Нижний уровень – включает комплекс приборов для учета энергоресурсов, передает данные о потоках энергии.

2. Средний уровень – маршрутизатор устройства для сбора и передачи данных (УСПД) опрашивает счетчики, группирует данные и пакетами пересылает их наверх.

3. Верхний уровень (сервер) обеспечивает сбор, хранение и обработку данных, а также решение прикладных задач.

Как правило, использование PLC-технологии предполагает наличие в счетчиках микропроцессорных УСПД [5].

В результате получается самоорганизующаяся система, в которую может быть завязано любое количество приборов учета, расположенных на сколь угодно большой территории (рис. 3) или в многоквартирном доме.

На рисунке 3 показана структурная схема электроснабжения объектов с использованием иерархии системы учета электроэнергии, приведено расположение измерительных приборов и пункта концентратора в подстанции для передачи информации в диспетчерский пункт Емельяновского РЭС.

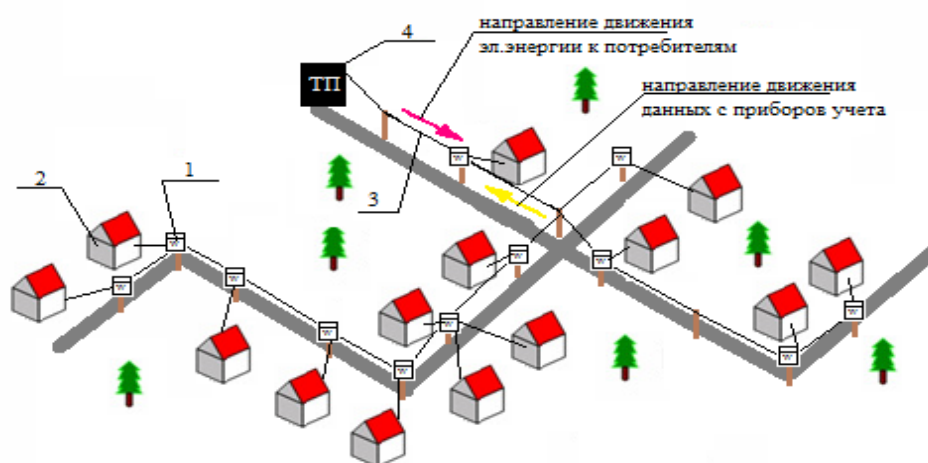


Рис. 3. Самоорганизующаяся система АСКУЭ:

- 1 – счетчики электрической энергии; 2 – дом потребителя; 3 – линия электропередачи; 4 – концентраторы "Меркурий 225.11" (располагаются в ТП)

На рисунке 3 изображено движение эл.энергии от трансформаторной подстанции к приборам учёта потребителей и обратное движение данных о потреблении с приборов учета в приемник сбора данных, располагающийся в трансформаторной подстанции.

PLC-концентратор, интегрированный в УСПД, позволяет собирать данные от счетчиков в радиусе до 2 км. Один счетчик опрашивается в течение нескольких минут. К тому же расстояние, на котором обеспечивается качественная работа PLC-концентратора, может уменьшиться

в разы, если силовые сети старые, с большим числом «скруток».

На рисунке 4 показано внедрение системы АСКУЭ в поселке Солонцы. Выбор установки системы АСКУЭ в п.Солонцы связан с большими коммерческими потерями электроэнергии в частном секторе.

На рисунке 5 показан график снижения коммерческих потерь до и после внедрения системы АСКУЭ в п. Солонцы (Емельяновский район).

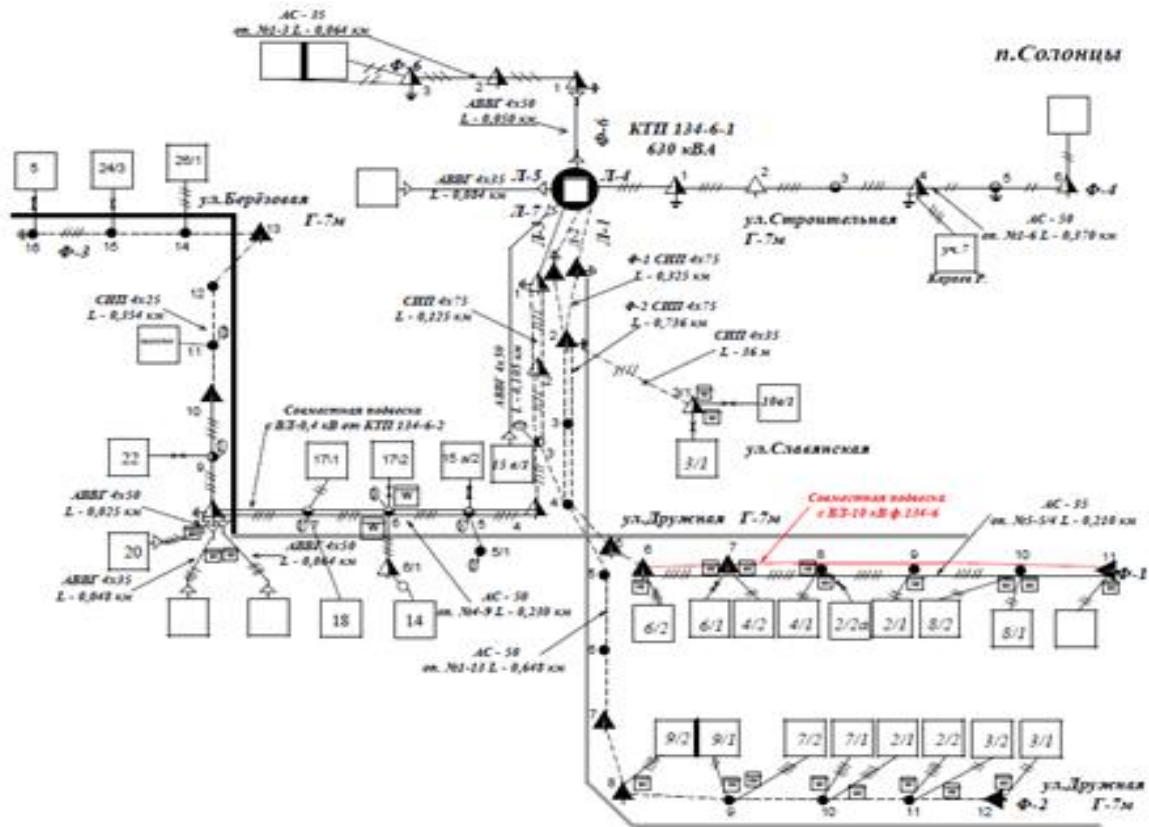


Рис. 4. Схема постепенного внедрения и установки приборов учета системы АСКУЭ:

- 3/1 – объекты потребления;   – КТП;  – бетонная опора с укосом;  – бетонная опора;
- деревянная опора с бетонным укосом;  – деревянная опора с укосом;
- прибор учета

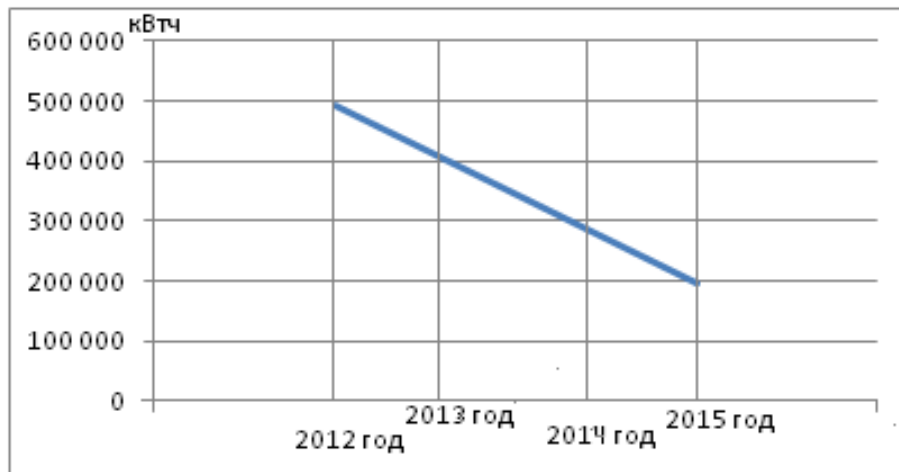


Рис. 5. График снижения потерь в Емельяновском районе за период с 2012 по 2015 год

В центре схемы располагается черный круг с белым квадратом, это КТП, от нее отходит линия 0,4кВ Ф-2. Для примера подключения от линии Ф-2 возьмем дом 9/2 по улице Дружбы. Дом

9/2 запитан через ПУ от опоры № 8, которая на схеме отмечена черным треугольником. После того как мы определили, как идет процесс передачи эл.энергии потребителю, приступим к объ-

яснению, как работает система. Расчетный прибор учета находится непосредственно на границе балансовой принадлежности, то есть в верхней части опоры перед домом. Общий контрольный прибор учета на всю эту линию находится в КТП. По линии Ф-2 электроэнергия от КТП идет потребителю и по этой же линии с помощью PLC-системы вся информация о потреблении электроэнергии с расчетного ПУ попадает в общеконтрольный ПУ. С контрольного ПУ вся информация через GSM отправляется в Емельяновский РЭС. При попытке воздействия на ПУ сигнал передается специалистам РЭСа.

Замена прибора учета осуществляется по согласованию с подразделением ПАО «Энергосбыт». Это необходимо для принятия данных приборов учета на расчеты в ПАО «Энергосбыт».

План на 2015–2016 гг. по установке 9000 приборов учета выполнен на 55 %.

**Заключение.** При выборе поставщика аппаратуры или создании локальной АСКУЭ «под ключ» необходимо обратить внимание на открытость системы. Необходимо наличие описаний протоколов обмена данными с УСПД и счетчиками энергии/мощности, описания структуры и особенностей реализации базы данных, подробного описания принципов функционирования всех компонентов АСКУЭ – как аппаратных, так и программных. В противном случае могут возникнуть проблемы с интеграцией локальной АСКУЭ в региональную.

Соблюдение технических требований, предъявляемых к АСКУЭ, является залогом успешного ввода в промышленную эксплуатацию и надежного функционирования системы.

Выбранная система соответствует всем требованиям, предъявляемым к АСКУЭ, является наиболее экономичной и надежной.

УДК 628.84

## УРАВНЕНИЯ В ГИДРОДИНАМИКЕ В НЕИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОТСЧЕТА (ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

### EQUATIONS IN FLUID MECHANICS IN NON-INERTIAL REFERENCE SYSTEM (GEODETIC APPROACH)

Истечение жидкости с образованием воронки рассматривается как движение закрученных потоков. Уравнения гидродинамики истечения жидкости базируются на втором законе И. Ньютона. Преимуществом задач

## Литература

1. Гуртовцев А. Правила приборного учета электроэнергии. Глобальный проект белорусских энергетиков // Новости ЭлектроТехники. – 2004. – № 6 (30).
2. Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчёт, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. – М., 2004.
3. Тубинис В.В. Создание автоматизированной системы учета и управления потреблением электроэнергии в Италии // Электро. – 2004. – № 4.
4. Шевелёв М.М., Фёдорова С.В. Плесняев Е.А. Приборы и средства контроля и учёта энергоносителей: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 123 с.
5. URL: [www.izmerenie.ru](http://www.izmerenie.ru).

## Literatura

1. Gurtovcev A. Pravila pribornogo ucheta jelektrojenergii. Global'nyj proekt belorusskih jenergetikov // Novosti JelektroTehniki. – 2004. – № 6 (30).
2. Zhelezko Ju.S., Artem'ev A.V., Savchenko O.V. Raschjot, analiz i normirovanie poter' jelektrojenergii v jelektricheskikh setjah. – M., 2004.
3. Tubinis V.V. Sozdanie avtomatizirovannoj sistemy ucheta i upravlenija potrebleniem jelektrojenergii v Italii // Jelektro. – 2004. – № 4.
4. Shevel'ov M.M., Fjodorova S.V. Plesnjaev E.A. Pribory i sredstva kontrolja i uchjota jenergonositelej: ucheb. posobie. – Ekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.-ped. un-ta, 2004. – 123 s.
5. URL: [www.izmerenie.ru](http://www.izmerenie.ru).

С.А. Аринчин, Р.Т. Емельянов, Е.С. Турышева

S.A. Arinchin, R.T. Yemelyanov, E.S. Turysheva

гидродинамики является наглядность траекторий движения жидкости. Поэтому уравнения гидродинамики рассмотрены на основе неинерциальной системы отсчета с точки зрения геодезии. В основу представления о про-