

А. А. АЛЕКСАНДРОВА, Ю. М. МАКАРОВА, В. Л. ОСОКИН,  
Е. А. СБИТНЕВ, Д. А. СЕМЕНОВ

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ»

*Ключевые слова:* лабораторный стенд, режим, стенд, электрическая энергия, электронагреватель,

*Аннотация:* разработано лабораторное оборудование, представлена мнемосхема, описана работа стенда на примере функционирования ЭПВ на базе ТЭН в трех режимах.

Имеющиеся комбинированные лабораторные стенды испытаний различных по конструкции подогревателей воды [1, с. 54–60] и в трёх режимах работы имеют недостатки. Поэтому нами был сконструирован, изготовлен и смонтирован лабораторный стенд (рис. 1), позволяющий производить исследования энергопотребления при нагреве воды тремя различными по конструкции подогревателями в трёх режимах работы, а также обучать студентов, изучающих дисциплину «Электротехнология».



Рисунок 1 – Лабораторный стенд испытаний подогревателей воды (общий вид)

Целью разработки нового стенда являлось: увеличение компактности размещения испытательного и испытуемого оборудования, а также повышение эффективности выявления наиболее рациональных, с точки зрения энергопотребления, конструкций подогревателей воды, используемых в технологических процессах сельскохозяйственных производств, путем обеспечения исследований их энергопотребления в одинаковых условиях [2, с. 23].

Поставленная цель была достигнута благодаря тому что, технологическая схема стенда (рис. 2), включающая в себя три типа подогревателей воды, в которых происходит преобразование электри-

ческой энергии в тепловую, отопительный прибор (ОП), бойлер (Б) со змеевиком, насос (Н), термодатчики Т1...Т9, щит управления (ЩУ) с приборами замера расхода электроэнергии, рабочего напряжения, температуры нагрева воды, тока и потребляемой мощности ЭПВ и насосом, расходомер воды (РВ) и электромагнитные клапаны ЭК1...ЭК9. На данное оборудование направлена заявка в ФИПС на изобретение, регистрационный номер № 2014106449 от 20.02.2014 г.

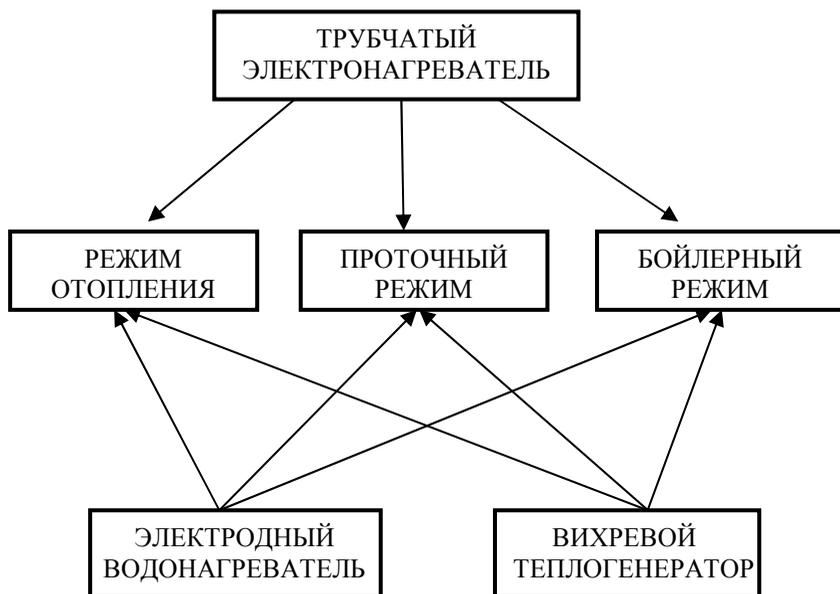


Рисунок 2 – Технологическая схема станда

К электрическим подогревателям присоединена гребенка с электромагнитными клапанами, которые обеспечивают требуемый режим работы станда [3, с. 1–3]. На рисунке 3 представлена мнемосхема работы лабораторного оборудования.

На рисунке 4 представлена принципиальная электрическая схема подключения электрических подогревателей воды.

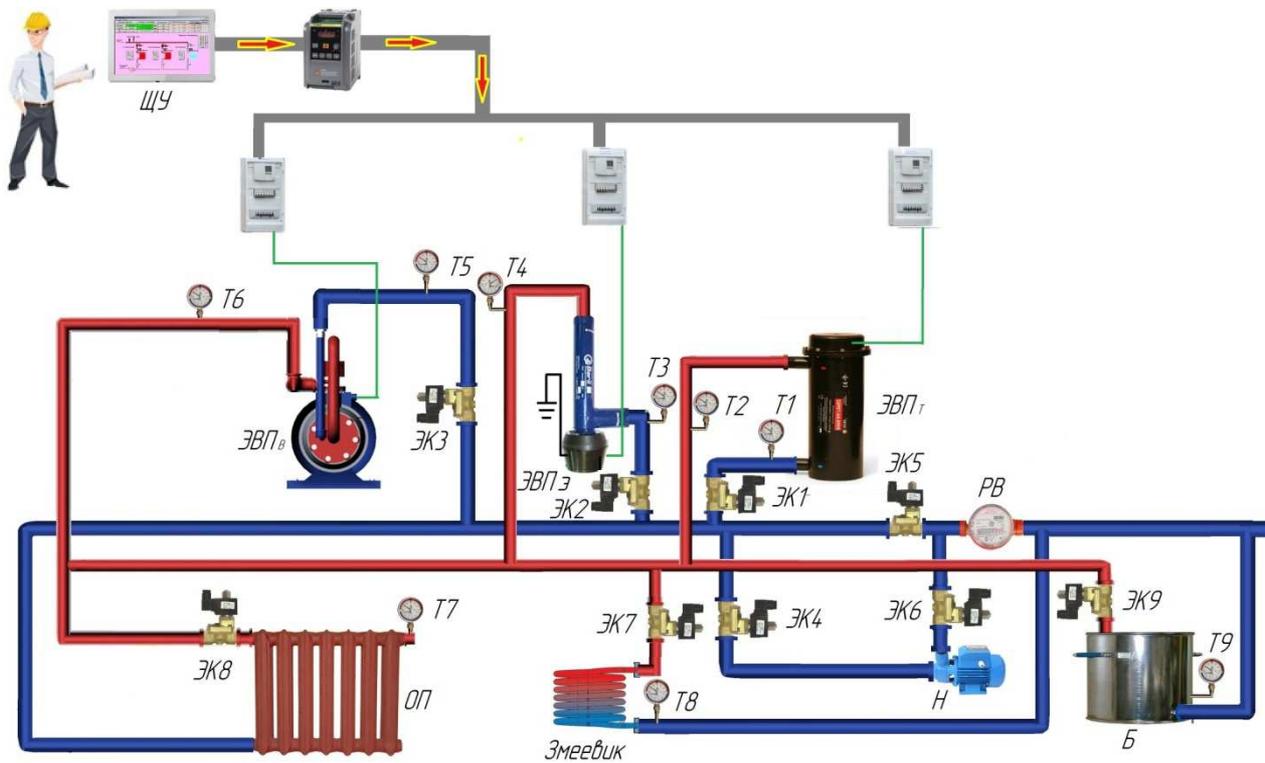


Рисунок 3 – Мнемосхема стенда

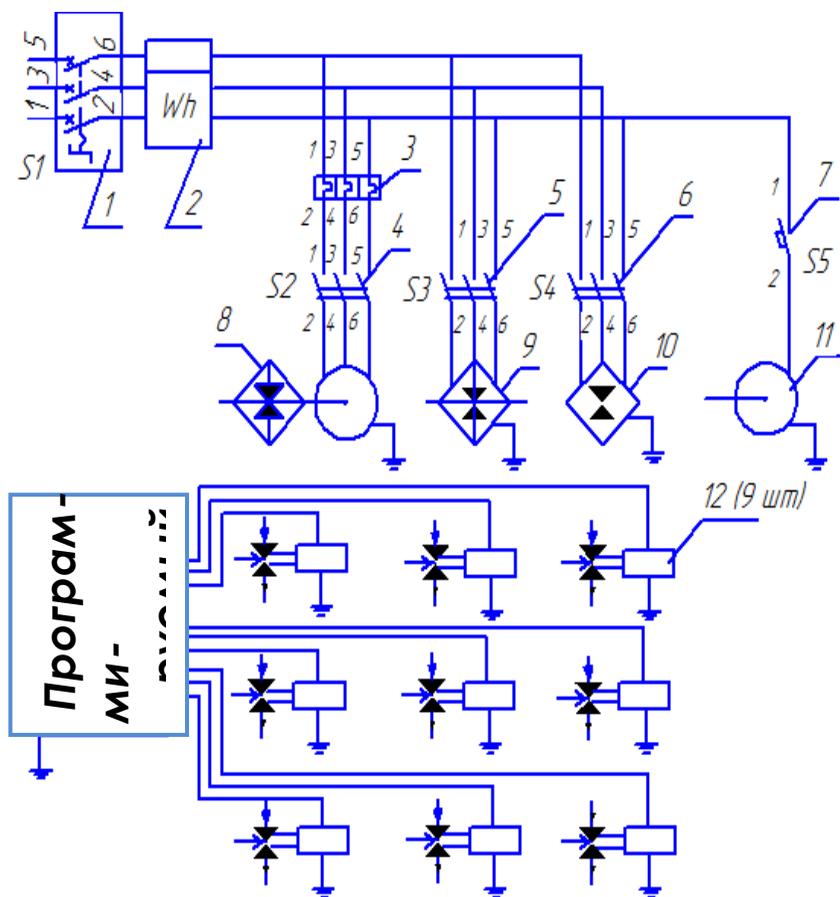


Рисунок 4 – Принципиальная электрическая схема стенда: 1 – выключатель-разъединитель; 2 – электросчетчик; 3 – защита электродвигателя; 4...6 – электромагнитный пускатель; 7 – выключатель; 8 – ВТГ; 9 – подогреватель на базе ТЭН; 10 – электродный водонагреватель; 11 – циркуляционный насос; 12 – электромагнитный клапан (9 шт.)

На рисунке 5 представлена конструктивно-технологическая схема подключения электрических подогревателей воды.

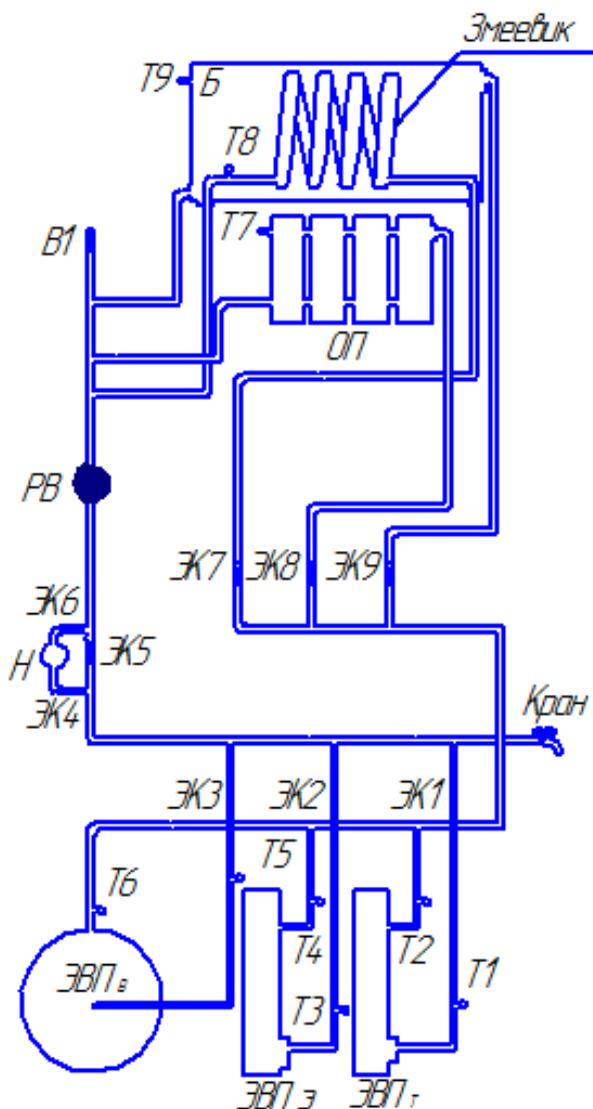


Рисунок 5 – Конструктивно-технологическая схема стенда испытаний электрических конструкций подогревателей воды

Суть работы стенда заключается в поочерёдном включении в работу ЭПВ в трёх режимах работы: отопления (рис. 6), проточного (рис. 7) и бойлерного (рис. 8) нагрева воды.

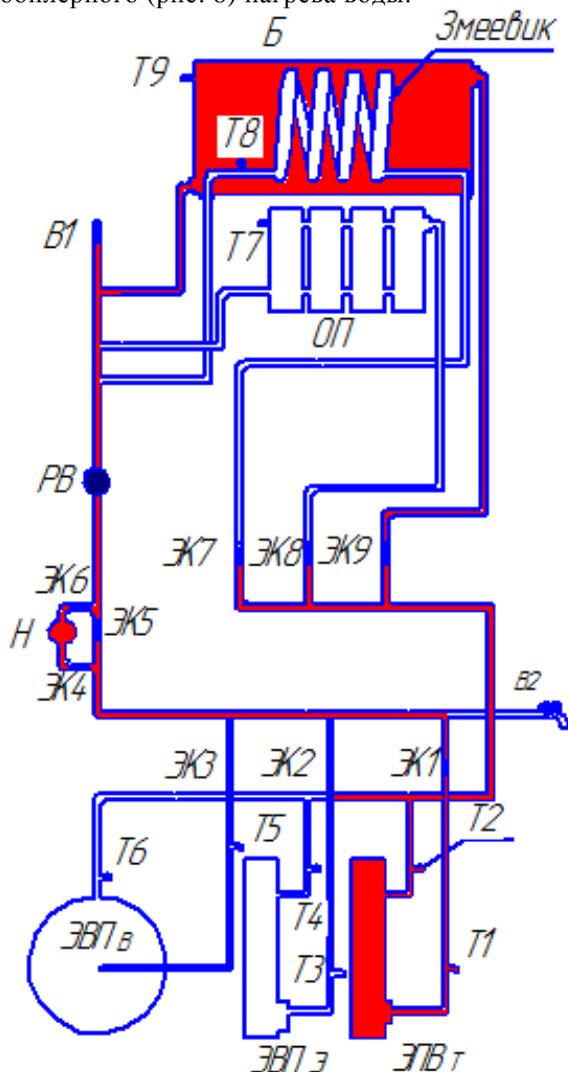


Рисунок 6 – Схема работы стенда в проточном режиме при работе ЭПВ на базе ТЭН

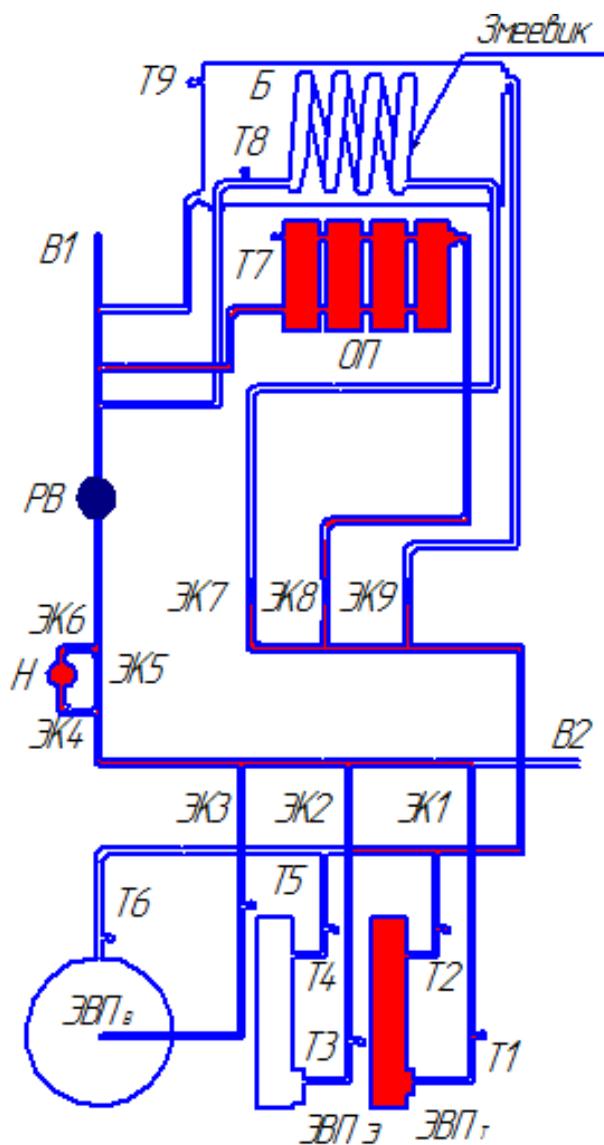


Рисунок 7 – Схема работы стенда в режиме отопления при работе ЭПВ на базе ТЭН

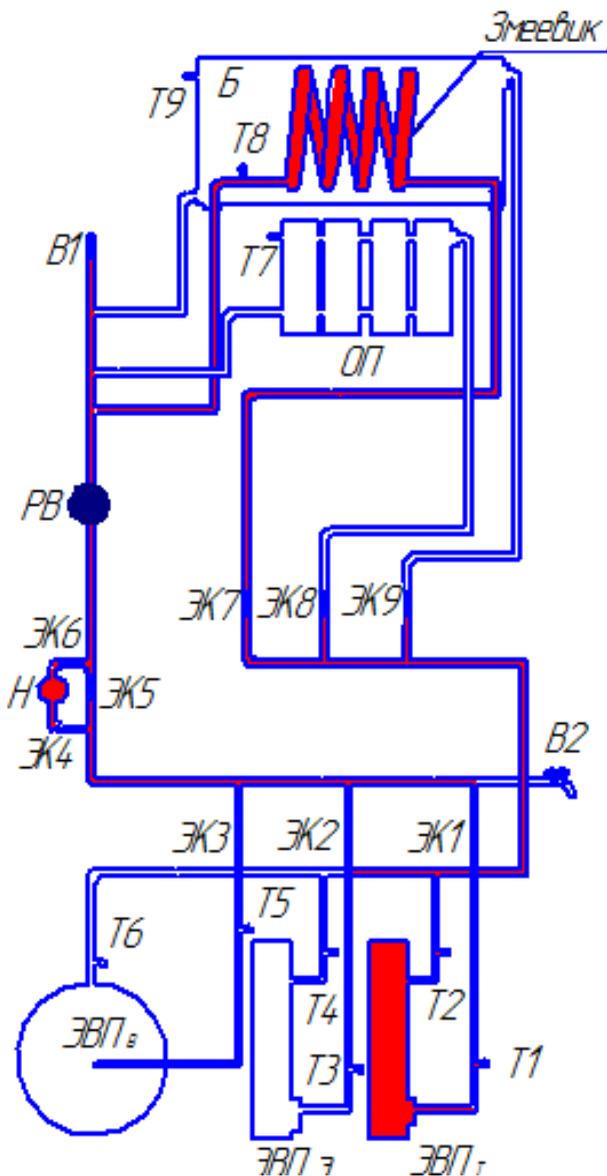


Рисунок 8 – Схема работы стенда в бойлерном режиме при работе ЭПВ на базе ТЭН

Рассмотрим работу стенда на примере функционирования ЭПВ на базе ТЭН в трех режимах.

### **1. Режим отопления при работе ЭПВ на базе ТЭН (рис. 6).**

Система стенда заполняется 100 литрами воды, для чего сначала открывается вентиль В2. Вода под напором в водопроводной сети или посредством насоса Н заполняет трубопроводы, три ЭПВ и ОП. После этого ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – ОП – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК8 – все остальные закрыты.

### **2. Проточный режим при работе ЭПВ на базе ТЭН (рис. 7).**

Система стенда заполняется водой аналогично п. 1. ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – БОЙЛЕР – Н – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК9 – все остальные закрыты.

**3. Бойлерный режим нагрева воды посредством ЭПВ на базе ТЭН (рис. 8).** Система стенда заполняется водой аналогично п. 1. ЭПВ подключают под напряжение. ТЭН, расположенные в ЭПВ, подогревают воду, которая под действием насоса начинает циркулировать по контуру ЭПВ – ЗМЕЕВИК – Н – ЭПВ. Движение теплоносителя по заданному контуру обеспечивают открытые электромагнитные клапаны ЭК1, ЭК4, ЭК6 и ЭК7 – все остальные закрыты. Вентиль В1 служит для слива воды из стенда.

При исследованиях ЭПВ осуществляются замеры: потребляемой мощности – с помощью ваттметра или с помощью амперметра и вольтметра; времени нагрева воды – с помощью термометра Т6 и секундомера; расхода электроэнергии – с помощью элетросчетчика; уровня шума – с помощью шумомера, количества воды, нагреваемой в контуре, контролируется с помощью расходомера (РВ2). При необходимости система стенда осушается через вентиль В1.

Спуск воздуха из трубопроводов стенда и компенсация теплового расширения воды в режимах отопления и бойлерном осуществляется посредством конструкции БОЙЛЕРА – открытая система.

При нагреве воды до требуемой температуры ЭПВ автоматически отключается посредством термодатчика Т6 и реле температуры РТ (установлено в ЩУ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Осокин В. Л. Результаты экспериментально-теоретических исследований по разработке стенда испытаний подогревателей воды: монография. Княгинино: НГИЭИ. 2011 г. 142 с.

2. Осокин В. Л. Стенд для испытания электрических подогревателей воды // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 4. С. 23

3. Патент Российской Федерации № 107360. Стенд для испытаний электрических подогревателей воды. Заявлено 29.03.2011; Опубл. 10.08.2011 // Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин. С. 1–3.

### **ELABORATION OF LABORATORY EQUIPMENT FOR THE DISCIPLINE «ELECTRIC TECHNOLOGY»**

*Keywords:* laboratory bench, electric power, mode, electric heater, stand.

*Annotation.* The article considers the elaboration of laboratory equipment, represents mimic, describes the work on stand on an example of functioning EPV based TEN in three modes.

---

**АЛЕКСАНДРОВА АЛИНА АЛЕКСЕЕВНА** – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (alieksandrova\_1990@mail.ru).

**ALEXANDROVA ALINA ALEXEEVNA** – lecturer of chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (alieksandrova\_1990@mail.ru).

**МАКАРОВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА** – преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (makjul92@mail.ru).

**MAKAROVA JULIA MIHAILOVNA** – lecturer of chair «Electrification and Automation», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino economic institute, Russia, Knyaginino, (makjul92@mail.ru).

---

---

**ОСОКИН ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osokinvl@mail.ru).

**OSOKIN VLADIMIR LEONIDOVICH** – candidate of technical sciences, docent, chief of the chair Electrification and automation, Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osokinvl@mail.ru).

**СБИТНЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ** – преподаватель, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (evgenij.sbitnev@yandex.ru).

**SBITNEV EUGENY ALEKSANDROVICH** – lecturer, Nizhny Novgorod State Engineering and Economics Institute, Russia, Knyaginino, (evgenij.sbitnev@yandex.ru).

**СЕМЕНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ** – старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, г. Княгинино, (xxxmy@mail.ru)

**SEMENOV DMITRY ALEXANDROVICH** – senior lecturer of chair «Electrification and Automation», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (xxxmy@mail.ru)

---