

УДК 631.1.017

*Санакулов А.Х., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»*

*Галиуллин Л.А., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»*

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ПТИЦЕФАБРИК С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ

*Аннотация. Бесперебойное электроснабжения животноводческих промкомплексов и крупных птицефабрик, особенно потребителей первой и второй категории, является одним из главных факторов здорового содержания животных и птицы, их продуктивности, получения предприятиями прибыли. Климатические изменения последних лет во многих регионах планеты, в том числе и в России, приводят к длительным нарушениям электроснабжения городов, поселков, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, особенно в осенне-зимний периоды. Это также крайне негативно с большими потерями сказывается на потребителях первой и второй категории крупных животноводческих комплексов и птицеводческих фабрик, где концентрация животных и птицы в помещениях очень высока. Существующие на протяжении многих лет проектные решения по резервированию систем электроснабжения для этих потребителей оказываются недостаточными. Для обеспечения надежного электроснабжения в соответствии с ПУЭ требуется укомплектовать их дополнительно автономными источниками питания. Учитывая состояние электросетевого хозяйства в России, необходимо уже на стадии проектирования, а также в условиях эксплуатации принимать меры по повышению надежности электроснабжения животноводческих промкомплексов и птицефабрик за счет использования современных проводов, кабелей повышенной прочности и проводимости, современных трансформаторов и коммутационной аппаратуры взамен изношенных сетей и оборудования, уровень которых в России достигает почти 70%.*

*Ключевые слова: надежность электроснабжения, животноводческий комплекс, птицефабрика, климатические изменения, резервирование, автономный источник питания, дизельная электростанция.*

**Введение.** Сельскохозяйственное производство всё в большей мере базируется на современных технологиях, широко использующих

электрическую энергию. С ростом электрификации сельскохозяйственного производства, особенно с созданием в середине 70-х - начале 80-х годов прошлого столетия в СССР промышленных животноводческих комплексов и крупных птицефабрик, энергетические мощности возросли за период с 1965 по 1991 г. с 89,6 до 308,6 млн. кВт, резко увеличился объем потребляемой электроэнергии с 10,5 до 96,4 млрд. кВт ч. В общем энергобалансе страны удельный вес потребления электроэнергии сельским хозяйством вырос с 4,2% в 1965 г. до 9,5% в 1991 г [1 ]. В связи с этим возросли требования к надёжности электроснабжения сельскохозяйственных объектов, к качеству электрической энергии, к экономичному использованию и рациональному расходованию материальных ресурсов при сооружении систем электроснабжения.

Всякие аварийные отключения на животноводческих промкомплексах и птицефабриках, особенно потребителей первой и второй категории по надёжности электроснабжения, наносят огромный ущерб этим предприятиям. Поэтому необходимо применять эффективные и экономически целесообразные меры по обеспечению оптимальной надёжности электроснабжения с учетом современных факторов.

Абсолютное большинство сельскохозяйственных потребителей получают электроэнергию от энергосистемы. При этих условиях основой системы электроснабжения являются электрические сети, которые необходимо проектировать таким образом, чтобы она имела наилучшие технико-экономические показатели, то есть чтобы при минимальных затратах денежных средств, оборудования и материалов она обеспечивала требуемую надёжность электроснабжения и качество электроэнергии, используя новейшие достижения в области электроэнергетики, с учетом происшедших климатических изменений в регионах страны за последние годы.

**Основная часть.** Для передачи электроэнергии на большие расстояния, распределения ее по потребителям, благодаря относительно небольшой стоимости, широко применяют воздушные линии электропередачи (ЛЭП), одним из основных элементов которых являются провода. За последние

двадцать лет произошли значительные климатические изменения, в том числе в динамике и географии образования гололёда на высоковольтных линиях передачи электроэнергии. Одним из возможных физических механизмов образования гололёда является соприкосновение холодного и теплого воздуха повышенной влажности. При эксплуатации воздушных линий электропередач возникает проблема обледенения проводов в различных регионах страны (Северо-запад, Поволжье, Оренбуржье, Крым, Дальневосточное приморье и т.д.), когда в зимнее время года, а также в осенне-зимний и весенне-зимний сезоны происходит налипание мокрого снега на провода и образование гололедно-изморозевых отложений. Высокая влажность, ветер, резкие перепады температуры воздуха способствуют образованию наледи на проводах воздушных линий. Толщина гололёда на них может достигать 50...70 мм, существенно утяжеляя провода. При этом общая масса линии электропередачи из восьми проводов километровой длины возрастает соответственно до 25, 60 и 115 тонн, что приводит к обрыву проводов и поломке металлических опор (рис.1). Наличие гололеда обуславливает дополнительные механические нагрузки на все элементы воздушных линий. В результате значительного увеличения массы проводов и воздействующих на них динамических и статических нагрузок происходят опасные и нежелательные явления, особенно при сильном ветре [2]. Подобные аварии приносят значительный экономический ущерб, на их устранение уходит от нескольких дней и более, затрачиваются при этом огромные средства. Среднее время ликвидации гололедных аварий во много раз превышает среднее время ликвидации аварий, вызванных другими причинами.



Рис.1. Обрыв высоковольтных проводов из-за гололеда  
в Республике Татарстан в 2014 году

Борьба с обледенением проводов линий электропередачи является серьёзной проблемой, актуальной для многих стран, имеющих регионы с высокой влажностью и низкими температурами. По статистике в энергосистемах по причине гололеда происходит от 6 до 8 крупных аварий в год. В декабре 2014 года по Татарстану, как и по некоторым другим регионам России, прошли ледяные дожди. В результате обледенения и обрывов проводов электропередачи были обесточены 72 населенных пункта республики. В соответствии с информацией ОАО «Сетевая компания» г. Казани по гололёдообразованию осенне-зимний период 2010-2011 годов на территории Республики Татарстан проходил в сложных погодных условиях. В период с 05.12.2010 по 12.12.2010 на территории 14 муниципальных районов в результате образования массивной наледи на открытых частях электроустановок произошло массовое отключение воздушных линий электропередач с повреждением опор, разрывом проводов и грозозащитных тросов. Самое большое количество отключения потребителей произошло в Спасском, Алькеевском, Алексеевском, Нурлатском, Аксубаевском, Чистопольском и Новошешминском административных районах. Гололедные

отложения местами достигали до 70...80 миллиметров. Общее количество отключенных линий 6...10 кВ в этих районах составило более 60 процентов. Численность населения, оставшегося без электроэнергии, составила 250 тыс. чел [2].

Огромное количество животноводческих комплексов, ферм, птицеводческих фабрик при этом также оставались без электроэнергии, понеся значительные экономические потери. Перерывы электроснабжения нарушают многие жизненно важные технологические процессы. Например, отключение вентиляции и отопления приводит к изменению микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях. Через 1,5 часа после отключения вентиляции опасные концентрации вредных газов вызывают отравление животных и птицы. Нарушение микроклимата вызывает не только снижение продуктивности и увеличение расхода кормов на единицу продукции, но и гибель животных и птицы. Особенно велики последствия изменения температуры в инкубаторах.

Повышение уровня надежности, как правило, связано с увеличением затрат на сооружение и эксплуатацию системы. Однако, при этом уменьшается ущерб от перерывов электроснабжения потребителей. Повышение уровня надежности электроснабжения является технико-экономической задачей, при решении которой минимизируются приведенные к одному году затраты, включающие капитальные вложения, издержки эксплуатации и ущерб от недоотпуска электроэнергии.

В конце 70-х, начале 80-х годов прошлого столетия, когда в СССР стали воплощать планы по переводу сельского хозяйства на промышленные рельсы, было построено в разных регионах страны (Московская, Ленинградская области, Белоруссия, Узбекистан, Башкирия и другие) по итальянскому проекту и на итальянском оборудовании фирмы Джи-Э –Джи 10 промышленных комплексов по выращиванию и откорму 10 тыс. голов КРС. Технология производства КРС осуществляется по методологии этой же фирмы.

В качестве примера рассмотрим такой комплекс, возведенный в 30 километрах от Ташкента. На комплексе расположены 5 телятников 1 периода и 10 телятников 2 периода. Каждый телятник состоит из двух секций, которые представляют собой изолированные друг от друга помещения размером 37,5 \* 22,0 м, соединенные коридором. В каждой секции, имеющей 20 боксов (клеток), содержится беспривязно 360 голов. Средняя высота помещений составляет 4,7 метра, удельный объем на голову – 10,8 м<sup>3</sup>. В телятниках 1 периода выращиваются телята с возраста 7...15 дней в течение 126 дней, после чего они переводятся в помещения 2 периода. Процесс откорма животных в зданиях 2 периода длится 266 дней.

Полы в помещениях железобетонные решетчатые, под которыми проходят навозные каналы. Навозная жижа самотеком подается в канализационную насосную станцию (КНС), откуда фекальными насосами направляется на иловые площадки. Процессы поения, молоко- и кормораздачи механизированы и автоматизированы. Микроклимат в помещениях 1-го и 2-го периодов обеспечивается двухскоростными кондиционерами, которые работают в автоматическом режиме. В холодный период года горячая вода в калориферы кондиционеров подается от котельной, в летнее время наружный воздух охлаждается за счет системы испарительного охлаждения кондиционеров. Согласно проекту из навозных каналов телятников 2 периода загазованный воздух удаляется вытяжными аммиачными вентиляторами. Как показал опыт эксплуатации, в летнее время в телятниках 1-го периода для регионов с жарким климатом содержание вредных газов превышает нормативные значения. В связи с этим была спроектирована и смонтирована система подпольной вытяжной вентиляции, состоящая из четырех вытяжных вентиляторов с воздуховодами, проложенными во всех навозных каналах телятника непосредственно под решетчатым полом [3]. Телятники 1-го периода, котельная, КНС по надежности электроснабжения относятся к первой категории, телятники 2-го периода, кормоцеха, санбойня – ко второй категории, ветсанпропускник, склады, административное здание – к третьей категории.

Электроснабжение совхоз-промкомплекса им. 50 лет ВЛКСМ осуществляется от двухтрансформаторной подстанции 35/10 кВ «Галля-кудук» по двум независимым фидерам «Совхоз 7-1» и «Совхоз 7-2». Общая протяженность ВЛ-10кВ от подстанции «Галля-кудук» до промкомплекса составляет 14,5 км. Схема внешнего электроснабжения промкомплекса показана на рис. 2. Потребители питаются от трех двухтрансформаторных ТП мощностью 2\*100кВА, 2\*630кВА и 250кВА, соединенных по магистральной схеме кабельными линиями напряжением 10кВ. Из них ТП1 мощностью 2\*160кВА и ТП3 мощностью 2\*250кВА являются комплектными трансформаторными подстанциями типа КТПП, а ТП2 мощностью 2\*630кВА – закрытой трансформаторной подстанцией. Низковольтные сети от ТП напряжением 0,4кВ выполнены кабелями, воздушных линий на территории промкомплекса нет.

На каждой ТП на стороне высокого напряжения (ВН) установлены вводные линейные разъединители, секционные разъединители, предохранители. На стороне низкого напряжения (НН) имеются вводные автоматы, секционные автоматы, контакторы. На ТП, питающих потребителей первой категории, предусмотрено автоматическое включение резерва (АВР), а на подстанциях, от которых запитаны потребители второй категории, включение резервного питания осуществляется вручную оперативным электротехническим персоналом. Секционные разъединители на стороне ВН позволяют осуществлять необходимые переключения в аварийных случаях, особенно при повреждениях высоковольтных кабелей между подстанциями, тем самым обеспечивая надежность электроснабжения потребителей.

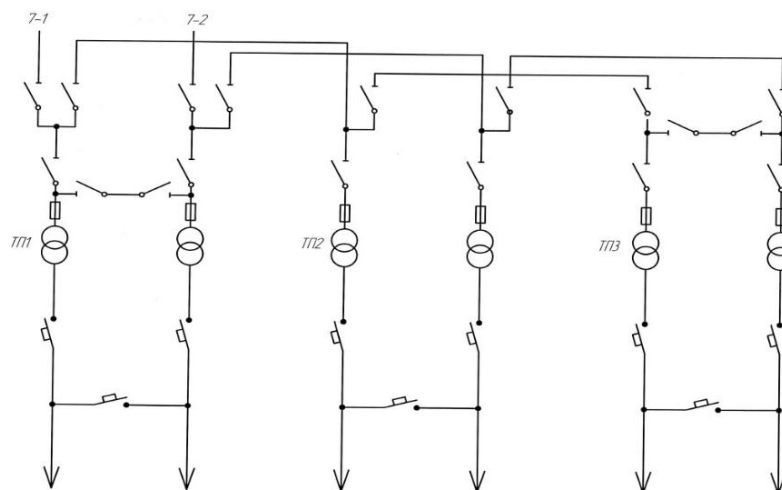


Рис.2. Схема внешнего электроснабжения промкомплекса

Дополнительно к проекту в процессе эксплуатации с целью повышения коэффициента мощности, уменьшения потерь в электрических сетях, улучшения качества напряжения, особенно при запусках асинхронных электродвигателей, путем расчетов и экспериментальных измерений были определены мощности конденсаторных компенсирующих установок, которые затем были подключены к вводным силовым щитам телятников 1-го и 2-го периодов, канализационной насосной станции [4]. Это позволило повысить коэффициента мощности по комплексу до 0,92.

На протяжении многих лет эксплуатации были отключения одного из питающих фидеров, связанных с обрывами ВЛ 10кВ от подстанции 35/10кВ до совхоз-промкомплекса или другими повреждениями на этих линиях, с выходом из строя кабельных линий напряжением 10кВ между ТП на комплексе и жилпоселке. Благодаря АВР на подстанциях со стороны 0,4кВ, существующим проектным схемам электроснабжения со стороны высокого и низкого напряжения, наличию на ТП линейных и секционных разъединителей, перерывы электроснабжения у потребителей не превышали нормативных значений. Перерывы электроснабжения в телятниках 1-го периода составляли время, необходимое для включения АВР, то есть не более 1 минуты, что не сказывалось на состоянии телят. В телятниках 2-го периода, которые относятся к потребителям второй категории, допустимый перерыв электроснабжения составляет 30 минут, то есть время необходимое для ручного включения



резервного питания. Так как в этих зданиях содержатся взрослые животные возрастом от 4-х до 13-и месяцев, весом до четырехсот и более килограммов в количестве 360 голов на одно помещение, то сразу после отключения электроэнергии резко увеличивается концентрация вредных газов. Это несомненно сказывается на состоянии здоровья и продуктивности телят, среднесуточный привес которых по проекту должен составлять около одного килограмма. Случаев одновременного отключения обоих питающих фидеров за 20 лет с начала эксплуатации промкомплекса не наблюдалось.

Но учитывая вышеизложенные климатические изменения за последние годы, когда целые районы, города, поселки, предприятия остаются без электроэнергии в течении длительного времени, необходимо принимать дополнительные меры для бесперебойного электроснабжения потребителей первой и второй категории. Для сельскохозяйственных потребителей это, в первую очередь, промышленные комплексы по выращиванию КРС, свиней, крупные птицефабрики, где концентрация животных и птицы очень высокая (рис.3). Так как сетевое резервирование не гарантирует абсолютной надежности электроснабжения, то дополнительно к нему необходимо предусматривать автономные источники питания для электроприемников первой и второй категории. Использование автономных электростанций полностью исключает



(а)



(б)

Рис.3. Выращивание КРС (а) и птицы (б) в промышленных условиях

перерывы, вызванные аварийными и плановыми отключениями в электрических сетях, и дает экономический эффект даже при наличии сетевого резервирования. Этот эффект определяется путем сопоставления ожидаемого ущерба от недоотпуска электроэнергии.

В качестве резервных автономных источников питания можно использовать возобновляемые источники энергии, развитие которых является составной частью энергетической политики Российской Федерации. И если традиционная энергетика основана на применении ископаемого топлива, запасы которого ограничены, и зависит от величины поставок и конъюнктуры рынка, то возобновляемая энергетика базируется на самых разных природных ресурсах, что позволяет более эффективно использовать не возобновляемые ресурсы в других отраслях экономики. Кроме того, использование возобновляемых источников энергии выгодно не только с экономической точки зрения, но и с экологической, так как отсутствуют издержки, связанные с добычей, переработкой и транспортировкой ископаемого топлива.

Для примера, на территории Республики Татарстан имеется техническая возможность разместить 359 ветроэнергетических станций с использованием ветроустановок общей мощностью 722,4 МВт и выработкой электроэнергии 1275,2 млн кВт.ч. Наиболее благоприятные ветровые условия имеются на правом берегу р. Волги, вдоль берегов Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, восточной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Наибольшим ветропотенциалом обладают Альметьевский (73,8 млн кВт.ч), Бугульминский (59,4 млн кВт.ч), Зеленодольский (59,1 млн кВт.ч), Тетюшский (57,0 млн кВт.ч), Верхнеуслонский (50,4 млн кВт.ч) районы [5].

Солнечная энергия также может быть использована в качестве резервного источника питания, учитывая, что приток солнечной энергии, к примеру, в Республике Татарстан, изменяется от 5,0 кдж/см<sup>2</sup> в декабре 58,6 кдж/см<sup>2</sup> в июне, а суммарная радиация за год составляет 363,80 кдж/см<sup>2</sup> [6]. Для улучшения технико-экономических показателей ветро- и гелиоустановок, повышения надежности электроснабжения целесообразно их совместное

применение. Как показывает статистический анализ, зимой уменьшение солнечной радиации сопровождается увеличением скорости ветра, а летом понижение скорости ветра сочетается с ростом солнечной радиации.

Однако наиболее надежным является резервирование электроприемников первой и второй категории с помощью дизельных электростанций (ДЭС). Для повышения эффективности использования резервных электростанций необходимо на аварийный период вводить принудительный график электроснабжения путем отключения неответственных потребителей, а также сдвига по времени технологических процессов. Возможно совместное использование дизельных электростанций с возобновляемыми источниками энергии.

Существует несколько различных подходов к выбору мощности резервных станций [7]. Наиболее часто ее принимают равной суммарной максимальной расчетной мощности нагрузки станции,  $P_{\text{махрасч}}$ , т.е. максимальной расчетной нагрузке ответственных резервируемых электроприемников. Максимальной расчетной (резервируемой) нагрузкой (мощностью) называется наибольшая электрическая нагрузка (мощность) одновременно работающих ответственных электроприемников.

Максимальную расчетную нагрузку рекомендуется определять по суммарному графику присоединенной мощности ответственных электроприемников при питании их от системы резервного электроснабжения. При этом на действующих объектах график получают путем проведения замеров нагрузок, а для вновь проектируемых – путем построения в соответствии с методическими указаниями по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения.

В случаях, когда расчетная нагрузка незначительно превышает ближайшую номинальную мощность электроагрегата, то прежде чем перейти к выбору электроагрегата со следующей большей номинальной мощностью следует рассмотреть возможность дополнительного снижения максимума

расчетной нагрузки путем изменения (сдвига) времени работы отдельных ответственных электроприемников.

Общая мощность выбранных электроагрегатов (генераторов)  $P_3$  должна быть больше максимальной нагрузки электроприемников  $P_{\max}$  на значение нагрузки собственных нужд станции и потерь мощности в проводах электрической сети. Перегрузка агрегатов автономно работающей электростанции недопустима, так как влечет за собой снижение частоты переменного тока.

Максимальная расчетная нагрузка равна:

$$P_{\max\text{расч}} = \frac{P_{\max} k_{\text{пот}}}{k_{\text{сн}}} \quad (1)$$

где  $P_{\max}$  – общая максимальная нагрузка ответственных потребителей (электроприемников), кВт;  $k_{\text{пот}}$  - коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях ( $k_{\text{пот}} = 1,05$ );  $k_{\text{сн}}$  – коэффициент, учитывающий нагрузку собственных нужд ( $k_{\text{сн}} = 0,95 - 0,97$ ).

Мощность на зажимах генераторов:

$$P_3 = \sum_{i=1}^n P_{\text{ет}} \cdot \eta_{\text{ет}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (2)$$

где  $n$  - число агрегатов станции;  $P_{\text{ет}}$  - эффективная мощность дизеля по паспорту, кВт;  $\eta_{\text{ет}}$  - КПД генератора;  $\eta_{\text{пер}} \sim$  КПД передачи (при ременной передаче).

Мощность на зажимах генераторов должна быть больше максимальной нагрузки.

Правила технической эксплуатации рекомендуют при непрерывной работе дизельного двигателя свыше 24 ч снижать нагрузку для четырехтактного двигателя до 90%, а для двухтактного - до 85%.

В соответствии с этим мощность на зажимах генератора равна

$$P_3 = 0,9 \cdot P_e \cdot \eta_{\text{ген}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (3)$$

Другим, более обоснованным способом выбора мощности резервных электростанций является сопоставление ожидаемого ущерба от перерывов централизованного электроснабжения с дополнительными затратами на резервные станции. Однако, такой подход к выбору ее мощности при использовании средних значений исходных данных по количеству и длительности перерывов, являясь простым, может привести к ошибочным решениям. Дело в том, что показатели надежности работы сетей, необходимых для расчета ущерба в зависимости от места расположения сетей, уровня эксплуатации и других факторов, могут колебаться в широких пределах. Большой разброс может быть и в значениях удельных ущербов. Кроме того, ущерб зависит не только от частоты и длительности отключений, но и от момента каждого отключения, т.е. соответственно от числа и типа технологических процессов, которые совпадают с перерывом электроснабжения.

В связи с этим в ВИЭСХ и МИИСП были разработаны “Методические рекомендации по выбору резервных электростанций животноводческих ферм и комплексов молочного направления”, согласно которым, например, для комплекса по выращиванию и откорму КРС на 10тыс. голов количество ДЭС должно быть два с номинальной мощностью по 200 кВт каждая [7].

В соответствии с этой методикой для выбора мощности станции необходимо определить, какой зоне оптимальности соответствуют значения ущерба при отсутствии резервного источника. Для этого достаточно грубо определить минимально и максимально возможные его значения при отсутствии резервирования, т.е. оценить пределы изменения показателей надежности и соответственно ущерба для конкретной схемы электроснабжения рассматриваемого потребителя. Затем по заранее рассчитанным специальными приемами предельным величинам ущерба, при которых наиболее целесообразно применять ту или другую станцию, находят ее оптимальную мощность для рассматриваемого случая.

В настоящее время на рынке имеется большой выбор дизельных электростанций, что позволяет предприятиям определиться с их приобретением, в том числе исходя из финансовых возможностей. Так, организация «Камаэнергетика» в г. Набережные Челны предлагает дизельные электростанции на базе различных двигателей отечественного производства (КАМАЗ, ЯМЗ, ТМЗ, ММЗ) и зарубежного производства (IVECO, VOLVO, CUMMINS, MITSUBISHI, DOOSAN) мощностью от 20 до 1800 кВт. Для сравнения, электростанция V-200S мощностью 200 кВт на базе двигателя VOLVO стоит 1,7 млн. рублей, а электростанция такой же мощности K-200S на базе двигателя КАМАЗ – 1,19 млн. рублей.

**Заключение.** Климатические изменения последних лет во многих регионах планеты, в том числе и в России, приводят к длительным нарушениям электроснабжения, что крайне негативно с большими потерями сказывается на потребителях первой и второй категории крупных животноводческих комплексов и птицеводческих фабрик, где концентрация животных и птицы в помещениях очень высокая. Для кардинального решения проблемы надежного электроснабжения этих потребителей в соответствии с ПУЭ требуется укомплектовать их автономными источниками питания. Кроме того, необходимо принять дополнительные меры на стадии проектирования и в условиях эксплуатации по повышению надежности электроснабжения этих потребителей за счет использования современных проводов, кабелей повышенной прочности и проводимости, современных трансформаторов и коммутационной аппаратуры взамен изношенных сетей и оборудования, уровень которых в России достигает почти 70%.

#### Литература

1. Хромцов Р.А. Исследование и выбор энергосберегающих режимов электроснабжения животноводческих комплексов и птицефабрик: Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Кемерово, 2006.

2. Никитина И.Э., Абдрахманов Н.Х., Никитина С.А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи // Нефтегазовое дело. – 2015. - №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ogbus.ru> (дата обращения 14.04.2016).

3. Санакулов А.Х. Обоснование параметров и режимов работы средств механизации, обеспечивающих микроклимат в телятниках 1 периода для условий Узбекистана. – Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Ташкент, 1988.

4. Санакулов А.Х. Внедрение электрической энергии в совхозе им. 50 лет ВЛКСМ // Рациональное и экономное использование электроэнергии в сельском хозяйстве: тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому семинару. – Москва, 1983.

5. Стратегия развития топливно-энергетического комплекса Республики Татарстан на период до 2030 года. Приложение к закону РТ от 17.06.2015 г., № 41-ЗРТ.

6. Санакулов А.Х., Санакулова Л.А., Багавова А.Р. Анализ состояния и перспектив развития мировой и российской энергетики на возобновляемых источниках // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник. - Набережные Челны: Изд-во ИНЭКА, 2011. - Вып. № 18.

7. Костюченко Л.П., Чебодаев А.В. Электроснабжение: учебно-методический комплекс, - Красноярский государственный университет, 2006. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: [www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/gll10htm](http://www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/gll10htm) (дата обращения 14.04.2016).

---

*Sanakulov A.H. candidate of technic sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*  
*Galiullin L.A. candidate of technic sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

***IMPROVE POWER SUPPLY RELIABILITY OF LIVESTOCK COMPLEXES  
AND POULTRY FACTORIES TO MEET MODERN CONDITIONS***

*Abstract. Uninterrupted power supply of industrial complex of livestock and large poultry farms, especially consumers of first and second category, is one of the main factors of a healthy animal husbandry and poultry, productivity, income producing businesses. Climatic changes in recent years in many parts of the world, including in Russia, leading to prolonged power disturbances cities, towns, industrial and agricultural enterprises, especially in the autumn and winter periods. It is also extremely negative with heavy losses affecting the consumers of first and second category of large livestock complexes and poultry factories, where the concentration of animals and birds on the premises is very high. Existing for many years design solutions for backup power systems for these consumers are insufficient. To ensure reliable power supply in accordance with the EMP is required to equip their additional independent power sources. Given the state of the electric grid in Russia, it is necessary already at the design stage and in operation to take measures to improve the reliability of power supply of livestock of industrial complex and poultry farms through the use of modern wires and cables increased strength and conductivity, modern transformers and switchgear to replace worn-out networks and equipment whose level in Russia reaches almost 70%.*

*Keywords: reliability of electricity supply, cattle-breeding complex, poultry, climatic changes, redundancy, self-contained power supply, diesel power*