ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА/ELECTROTECHNOLOGY, ELECTRICAL EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.67

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЭ

Научная статья

Афанасьева В.С.[1], Овсянников Д.А.[2], Баракин Н.С.[3,] *, Шишигин И.Н.[4]
[3] ORCID : 0009-0000-5086-2360;
[1] Ставропольское президентское кадетское училище, Ставрополь, Российская Федерация
[2, 3, 4] Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (barakin85[at]mail.ru)

Аннотация

Известно, что аварийные отключения от электроснабжения на предприятиях АПК имеют значительные последствия, связанные со снижением производительности, порчей продукции, гибелью биологических систем. Это повышает требования к надежности электроснабжения и обуславливает поиск рациональных способов повышения работоспособности. Предлагаемая методика повышения надежности оборудования обосновывает оптимальную периодичность проведения профилактических осмотров на основе коэффициента готовности и ущербов от перерывов в электроснабжении. Коэффициент готовности рассчитывается с учетом скрытых отказов, которые выявляются при проведении очередного ТО. Частое проведение ТО иногда невозможно реализовать на практике из-за организационных или финансовых проблем. Наиболее существенно можно повысить коэффициент готовности электроснабжающего оборудования можно установкой электростанций на основе ВИЭ. Так, например, установка солнечной электростанции на птичнике в 6 тыс. голов повышает коэффициент готовности практически до 1 и приводит к получению дополнительной прибыли от снижения электропотребления от традиционной энергосистемы. Срок окупаемости внедрения солнечной электростанции на таком объекта становится меньше года.

Ключевые слова: электроснабжение, надежность, солнечная электростанция, технологический ущерб.

WAYS TO IMPROVE THE RELIABILITY OF POWER SUPPLY TO AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES WITH THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Research article

Afanaseva V.S.[1], Ovsyannikov D.A.[2], Barakin N.S.[3,] *, Shishigin I.N.[4]
[3] ORCID : 0009-0000-5086-2360;
[1] Stavropol Presidential Cadet School, Stavropol, Russian Federation
[2, 3, 4] Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (barakin85[at]mail.ru)

Abstract

It is known that emergency power outages at agro-industrial complex enterprises have significant consequences associated with reduced productivity, product damage, and death of biological systems. This increases the requirements to the reliability of power supply and determines the search for rational ways to improve the serviceability. The proposed methodology for improving equipment reliability substantiates the optimal periodicity of preventive inspections based on the availability factor and damage from power supply interruptions. The availability factor is calculated taking into account hidden failures, which are detected during regular maintenance. Frequent maintenance is sometimes impossible to implement in practice due to organizational or financial problems. The availability factor of power supply equipment can be increased most significantly by installing RES-based power plants. For example, installation of a solar power plant on a poultry house of 6 thousand heads increases the availability factor practically to 1 and leads to additional profit from reduction of power consumption from the traditional power system. The payback period for the implementation of a solar power plant at such a facility becomes less than a year.

Keywords: power supply, reliability, solar power plant, technological damage.

Введение

Надежность электроснабжение предприятий АПК России имеет более низкий уровень, чем промышленных предприятий. Это связано с несколькими причинами: рассредоточенность потребителей на широкой территории, удаленность от электроснабжающих подстанций, часто недоступность попадания оперативных бригад к повреждениям, изношенность оборудования трансформаторных подстанций и линий электропередач, недостаточное количество обслуживающего персонала, низкий уровень компетенций в части электрооборудования самих работников АПК. Так, например, доля электроснабжающих трансформаторов, со сроком эксплуатации более 25 лет, составляет 40% от общего числа этого оборудования [1]. В Краснодарском крае степень износа трансформаторов составляет 86%, а коммутационной аппаратуры – 84%. Естественно, что эти цифры с каждым годом только растут и это приводит к возрастанию количества перерывов в электроснабжении предприятий АПК [2], [3], [4].

Годовая длительность перерыва электроснабжения потребителей АПК может измеряться сотнями часов, а средняя длительность отключения одного технологического нарушения находится в интервале от 4 до 8 часов. Нагрузка на оперативный персонал возрастает, что приводит к дефициту времени на профилактические работы, и они занимаются только аварийными работами.

Потенциально возобновляемые источники энергии могут стать резервным оборудованием для повышения надежности электроснабжения сельских потребителей. Для инвестирования финансов в создание таких резервных источников требуется экономическое подтверждение в виде инвестпроекта. При экономическом обосновании установки источников энергии на основе ВИЭ часто не учитывают показатели надёжности и вероятные ущербы от перерывов в электроснабжении и останавливаются только на расчётах по стоимости электроэнергии. При этом срок окупаемости становится очень длительным и может превышать 10 лет. Инвесторам это не выгодно, что приводит к низким темпам внедрения ВИЭ в сельском хозяйстве.

В связи с этим есть потребность в разработке методического подхода для экономического обоснования инвестиций в установку электростанций на основе ВИЭ с учетом характеристик надежности и вероятных ущербов от перерывов в энергоснабжении.

Цель исследований – разработать методику экономического обоснования внедрения на предприятиях АПК электростанций на основе ВИЭ с учетом технологических ущербов от перерывов в энергоснабжении.

Методы и принципы исследования

Учет надёжности работы предприятий АПК лучше оценивать через комплексный показатель – коэффициент готовности. Перерывы в энергоснабжении и выходы из строя электрооборудования приводят к срыву технологических процессов, которые часто имеют значения, превышающие стоимость установок и затрат на восстановление. Часто эти значения технологических ущербов возникают из-за тесной связи надежности функционирования оборудования с жизнедеятельностью биологических объектов. Для определения показателей надежности нужно знать статистические данные об отказах в конкретном объекте или пользоваться средними значениями по региону или стране. На основании имеющейся информации уже можно рассчитать коэффициенты готовности энергетических объектов и электроустановок.

Ущерб предприятию при производстве сельскохозяйственной продукции при отключениях электроэнергии можно определять несколькими способами. Первый способ предусматривает оценку ущерба через снижение производительности объекта. Так, предприятия АПК, занимающиеся переработкой продукции и приготовлением кормов для животных, при отключениях и авариях терпят убытки от снижения производительности. Поэтому ущерб можно оценить по формуле [5], [6], [7]:

$$У_{пр} = П \cdot Ц \cdot t_{откл} \quad (1)$$

где П – производительность предприятия, кг/ч(л); Ц - отпускная цена продукции, руб/кг(л); $t_{откл}$ – время отключения, соответственно, ч.

Для животноводческих ферм также можно произвести оценку ущерба от недовыпуска продукции по аналогичной формуле [5], [6], [7]:

$$У_{пр} = n \cdot m \cdot Ц \cdot t_{откл}, \quad (2)$$

где n – количество голов; m – продуктивность, кг/гол.ч (может даваться в час, сутки или год); Ц – отпускная цена продукции, руб/кг(л); $t_{откл}$ – время отключения, соответственно, в часах, сутках или годах.

При переходе к вероятностным характеристикам, связанных со статистикой отказов и отключений в формулы включаются показатели надежности. Так, величину снижения ущерба при повышении надежности, оценённой через коэффициенты готовности можно вычислить по формуле [5], [6], [7]:

$$\Delta У_{пр} = nmЦ(k_{гн} - k_{гб})t_{рп}, \quad (3)$$

где $k_{гн}$, $k_{гб}$ – коэффициенты готовности соответственно нового и базового вариантов электрооборудования или организации электроснабжения; $t_{рп}$ – время рабочего периода.

Общее время функционирования в году состоит из периодов отключения с восстановлением и рабочего процесса. Поэтому время рабочего периода в году $t_{рп}$ равно времени работы в год $t_{год}$.

Второй способ оценки убытков от перерывов из-за отключений оборудования в животноводческих фермах связан с удельными ущербами от снижения продуктивности животных [5], [6], [7]:

$$У_{техн} = y_{техн} n t_{год}(1 - k_г), \quad (4)$$

где $y_{техн}$ – удельный технологический ущерб от срыва производственного процесса, руб/гол.·ч;

$t_{год}$ – время работы в году,

$k_г$ – существующий коэффициент готовности оборудования.

Если производится модернизация оборудования или системы электроснабжения, то определяется снижение технологического ущерба по формуле:

$$\Delta У_{техн} = y_{техн} n t_{год}(k_{гн} - k_{гб}). \quad (5)$$

Удельные ущербы определяются по фактически имеющихся данным на предприятии или из соответствующих литературных источников [8], [9].

Когда оценка ущерба от перерыва в работе произведена, необходимо сопоставить это значение с допустимым уровнем для предприятия. Если полученное значение убытков превышает этот уровень, то нужно продолжить повышать показатель надежности другими способами. Известно, что по сравнению с заменой оборудования на более

надежное резервирование является наиболее затратным способом повышения надежности. Однако этот путь становится необходимым, когда другие методы не дают значительного эффекта или это становится обязательным по другим требованиям привил эксплуатации оборудования. В электроснабжении предприятий резервирование производится путем строительства дополнительных линий электропередач, установкой дополнительных трансформаторов или приобретением дизельных электростанций. Сегодня становится потенциально возможным установка и солнечных или ветровых электростанций. Для сокращения финансовых затрат можно устанавливать такие генерирующие мощности только на покрытие дефицита энергии на потребителей, не терпящие перерывов в электроснабжении или наносящие значительные ущербы производству. Наиболее эффективна сегодня установка именно солнечных электростанций. Наличие солнечной энергетики позволяет довести коэффициент готовности электроснабжения до 0,99. Кроме того можно снабжать потребителя энергией по собственно установленному для себя тарифу. Типовая структурная схема подключения солнечной электростанции в систему энергоснабжения потребителя представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 - Структурная схема подключения солнечной электростанции к потребителю
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.67.1

Результаты исследований и обсуждение

В качестве примера произведем обоснование внедрения солнечной электростанции на объекте АПК, расположенном на территории Краснодарского края. Используя данные мониторинга систем электроснабжения получена таблица 1 по отказам трансформаторных подстанций [4].

Таблица 1 - Статистические данные по отказам отдельных составляющих трансформаторных подстанций

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.67.2

Элементы трансформаторных подстанций:	Доля, %	Количество отказов, шт./год
изоляторы	21,01	29685
силовые трансформаторы	9,66	13655
масляные выключатели	9,24	13061
шины	4,62	6531
разъединители	4,62	6531
КРУ и КРУН	3,36	4750
разрядники	3,36	4750
предохранители	2,52	3562
измерительные трансформаторы тока	2,10	2968
Реле защиты и автоматика	35,29	49871
измерительные трансформаторы напряжения	1,26	1781
цепи управления выключателями	1,26	1781
вакуумные выключатели	0,84	1187

Элементы трансформаторных подстанций:	Доля, %	Количество отказов, шт./год
ограничители перенапряжения	0,42	594
отделители	0,42	594
ИТОГО	100	141300

На основании данных таблицы 1 сделан вывод, что в среднем на одну трансформаторную подстанцию приходится 6 отказов. Исследования, проведенные в [6] показывают, что половина из них приходится на скрытые отказы, которые обнаруживаются при очередном техническом обслуживании (ТО). Тогда средняя наработка между скрытыми и явными отказами составляет по 2920 ч. Время восстановления явного отказа в среднем составила 6 часов. Время восстановления по скрытым отказам следует принимать равным половине времени между очередными профилактическими осмотрами. Скрытый отказ может перейти в явный как после проведения ТО так и непосредственно перед ним. Для расчета коэффициента готовности воспользуемся формулой, учитывающей скрытые отказы [7]:

$$k_{\text{г}} = \frac{1}{1+\frac{T_{\text{вя}}}{T_{\text{Оя}}}+\frac{T_{\text{вс}}}{T_{\text{Ос}}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{вя}}$ – $T_{\text{вс}}$ – средне время восстановления соответственно явных и скрытых отказов, ч; $T_{\text{оя}}$ $T_{\text{ов}}$ – средняя наработка между отказами соответственно по явным и скрытым отказам, ч.

Периодичность ТО в рассматриваемых трансформаторных подстанциях составляла 3 месяца (среднее время восстановления скрытых отказов 1080 часов). Тогда коэффициент готовности электроснабжающего оборудования равен:

$$k_{\text{гб}} = \frac{1}{1+\frac{6}{2920}+\frac{1080}{2920}} = 0,73.$$

Сократим время между профилактическими осмотрами с 3 месяцев до одного. Коэффициент готовности станет равным:

$$k_{\text{гб}} = \frac{1}{1+\frac{6}{2920}+\frac{360}{2920}} = 0,89.$$

Представляет интерес и величина существующего ущерба от срыва производственных процессов из-за отключений электроэнергии, что можно определить по формуле (4). Произведем расчет технологического ущерба от перерывов в электроснабжении птичника на 6 тыс. кур. Удельный ущерб принимаем по справочным данным [8] и с учетом индекса цен. Так для птичников удельный ущерб равен 250 руб. на 1000 голов. Тогда технологический ущерб составит:

$$\text{У}_{\text{техн}} = y_{\text{техн}} n t_{\text{год}} (1 - k_{\text{г}}) = 250 \cdot 6 \cdot 8760 \cdot (1 - 0,73) = 3,5 \text{ млн. руб}$$

Рассчитаем снижение технологического ущерба при повышении коэффициента готовности за счет более частого проведения ТО. Вычисление ущерба по формуле (5) дает следующий результат:

$$\Delta\text{У}_{\text{техн}} = y_{\text{техн}} n t_{\text{год}} (k_{\text{гн}} - k_{\text{гб}}) = 250 \cdot 6 \cdot 8760 \cdot (0,89 - 0,73) = 2,1 \text{ млн. руб}$$

Произведем расчет вторым способом снижения производственного ущерба от перерывов в электроснабжении птичника на 6 тыс. кур при повышении коэффициента готовности с 0,73 до 0,89. Продуктивность птичника и цену продукции принимаем по справочным данным [8]: продуктивность одной курицы 250 штук яиц в год, цена одного яйца на начало 2024 года 12 руб. Снижение годового ущерба по формуле (3) составит:

$$\Delta\text{У}_{\text{пр}} = nm\text{Ц}(k_{\text{гн}} - k_{\text{гб}}) t_{\text{рп}} = 6000 \cdot 250 \cdot 12 \cdot (0,89 - 0,73) \cdot 1 = 2,9 \text{ млн. руб}$$

Результаты расчетов показывают схожие данные и в дальнейшем можно пользоваться любым из способов определения снижения ущербов от перерывов в электроснабжении. Если производственников продолжает не устраивать такое наличие ущерба, то нужно искать способы продолжения повышения надежности. Нужно отметить, что еще более частое проведение ТО уже трудно выполнять и это приводит к большим затратам.

Сегодня становится реальностью установка солнечных электростанций в качестве энергоснабжающих и резервных источников электроэнергии. Определим перспективность установки солнечной электростанции на примере этого же птичника. Согласно типовым наборам технологических установок в птичнике на 6 тыс. кур потребляемая максимальная мощность может доходить в пиковые часы до 20 кВт. Тогда нужно приобрести солнечную электростанцию, например СЭ-3HD (мощность 20 кВт) стоимостью 1,262 млн. руб. Определим общую потребляемую электроэнергию птичником за год, используя справочные данные [9], [10] по удельному расходу электроэнергии на поголовье или продукцию. Так, для птицефабрик удельный расход электроэнергии в среднем составляет 23 кВт·ч на одну голову. Общее потребление электроэнергии составит:

$$W_{\text{пот}} = w \cdot n = 23 \cdot 6000 = 138000 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где w – удельное потребление электроэнергии, кВт·ч [9].

Среднее значение тарифа на электроэнергию на начало 2024 года находится на уровне 9,8 руб/кВт·ч. Тогда за потребленную электроэнергию необходимо будет заплатить следующую сумму:

$$Ц_{\text{эл полн}} = W_{\text{пот}} \cdot Т_{Э} = 138000 \cdot 9,8 = 1,35 \text{ млн.руб},$$

где Тэ – тариф на электроэнергию, руб./ кВт·ч.

Вычтем из затрат на покупку и монтаж солнечной электростанции стоимость потребленной электроэнергии с учетом того, что только третью часть электроэнергии можно компенсировать возобновляемой энергией. Тогда затраты на первый год внедрения солнечной электростанции составят:

$$З_{\text{сэ}} = Ц_{\text{сэ л}} k_m - Ц_{\text{эл полн}} \cdot 0,33 = 1,262 \cdot 1,5 - 1,35 \cdot 0,33 = 1,5 \text{ млн. руб}$$

Установка резервной солнечной электростанции доведет коэффициент готовности электроснабжения практически до единицы (остаются только явные отказы). Вероятностный ущерб от перерыва в электроснабжении для данного объекта составляет 3,5 млн. руб., а затраты 1,5 млн. руб., тогда инвестиции окупятся менее чем за один год. В последующие годы предприятие будет получать дополнительную прибыль от снижения затрат на электроэнергию и не будет иметь высокие риски получения ущербов от отключений в электроснабжении. Конечно, это оценка произведена на основании вероятностного ущерба, и она показывает высокую эффективность внедрения солнечной энергетики. Фактически технологический ущерб может и не произойти, но если это случится, то убытки, которые понесет предприятие, будут очень значительны.

Заключение

Предприятия АПК терпят убытки от аварийных отключений источниками электроснабжения. Обслуживающий персонал энергооборудования занимается в основном аварийными ремонтами и часто не соблюдает графики технических обслуживаний.

Предлагается методика определения оптимального периода проведения технических обслуживаний. Основой методики является расчет коэффициента готовности электроснабжения с учетом скрытых отказов оборудования. Принимается, что все скрытые отказы должны выявляться при очередном ТО. Используя статистические данные по отказам элементов электроснабжающего оборудования, можно определять его существующие коэффициенты готовности с учетом скрытых отказов. Такой показатель надежности можно применять для расчета технологических ущербов от перерывов в электроснабжении.

Предлагаемая методика расчета технологических ущербов с использованием вероятностного подхода, позволяет определить рациональный период проведения ТО оборудования для конкретного предприятия. Любое предприятие должно знать уровень допустимого ущерба при авариях на основании которого и определится периодичность ТО.

На основании статистических данных по отказам оборудования и существующих ценах на продукции определен вероятный ущерб для птичника на 6 тыс. голов при авариях, который составил 3,5 млн. руб. Изменение периодичности ТО до реально возможного может снизить это значение до 1,4 млн.руб.

Более значимый эффект можно получить при установке солнечной электростанции, которая будет применяться не только для получения дополнительного дохода от снижения затрат на электроэнергию, но и для значительного повышения коэффициента готовности.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Хлыстиков А.В. Проблемы надежности работы силовых трансформаторов / А.В. Хлыстиков, И.В. Игнатьев // Системы. Методы. Технологии. — Братский государственный университет, 2013. — № 3(19). — С. 117-120.

2. Пронь В.В. Анализ проблем и возможностей эксплуатации изношенного электрооборудования. Мировая наука и образование в условиях современного общества / В.В. Пронь, В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 4 частях. — М.: АР-Консалт, 2014. — С. 145-147.

3. Аксенов Ю.П. Мониторинг технического состояния высоковольтной изоляции электрооборудования энергетического назначения в эксплуатации и ремонтах / Ю.П. Аксенов. — М.: Научтехиздат, 2002. — 338 с.

4. Пронь В.В. Повышение надежности трансформаторных подстанций сельских электрических сетей, эксплуатирующихся сверх нормативного срока: дис. … канд. техн. наук / Пронь Вадим Валерьевич. — Краснодар, 2017. — 174 с.

5. Оськин С.В. Основы расчета вероятности безотказной работы силового трансформатора / С.В. Оськин А.С. Макаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 47. — С. 171-173.

6. Оськин С.В. Надежность технических систем и экологический, экономический ущербы в сельском хозяйстве / С.В. Оськин, Б.Ф. Тарасенко // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 101(07).

7. Оськин С.В. Методы и средства повышения качества функционирования асинхронных нерегулируемых электроприводов: Для кормоцехов и предприятий по переработке с.-х. продукции: дис. … д-ра техн. наук / Оськин Сергей Владимирович. — Челябинск, 1998. — 368 с.

8. Оськин С.В. Экономическое обоснование организационно-технических мероприятий в курсовых и дипломных проектах / С.В. Оськин, В.Я. Хорольский, О.А. Гончарова [и др.] — Краснодар: КубГАУ, 2008. — 108 с.

9. Парамонова П.Ф. Эффективность использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве / П.Ф. Парамонова. — Краснодар: КубГАУ, 2014. —244 с.

10. Карапетян И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро; под ред. Д.Л. Файбисовича. — М.: ЭНАС, 2012. — 376 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Hlystikov A.V. Problemy nadezhnosti raboty silovyh transformatorov [Problems of reliability of the power transformers' operation] / A.V. Hlystikov, I.V. Ignat'ev // Sistemy. Metody. Tehnologii [Systems. Methods. Technologies]. — Bratsk State University, 2013. — № 3(19). — P. 117-120. [in Russian]

2. Pron' V.V. Analiz problem i vozmozhnostej jekspluatacii iznoshennogo jelektrooborudovanija. Mirovaja nauka i obrazovanie v uslovijah sovremennogo obshhestva [Analysis of problems and possibilities of exploitation of worn-out electrical equipment. World science and education in the conditions of modern society] / V.V. Pron', V.G. Sazykin, A.G. Kudrjakov // Sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 4 chastjah [Collection of scientific papers on the materials of the International scientific-practical conference in 4 parts]. — M.: AR-Konsalt, 2014. — P. 145-147. [in Russian]

3. Aksenov Ju.P. Monitoring tehnicheskogo sostojanija vysokovol'tnoj izoljacii jelektrooborudovanija jenergeticheskogo naznachenija v jekslpuatacii i remontah [Monitoring of technical condition of high-voltage insulation of power equipment in operation and repairs] / Ju.P. Aksenov. — M.: Nauchtehizdat, 2002. — 338 p. [in Russian]

4. Pron' V.V. Povyshenie nadezhnosti transformatornyh podstancij sel'skih jelektricheskih setej, jekspluatirujushhihsja sverh normativnogo sroka [Improving the reliability of transformer substations of rural power grids operating beyond their normal life cycle]: dis. … PhD in Technical Sciences / Pron' Vadim Valer'evich. — Krasnodar, 2017. — 174 p. [in Russian]

5. Os'kin S.V. Osnovy rascheta verojatnosti bezotkaznoj raboty silovogo transformatora [Basics of calculating the probability of failure-free operation of a power transformer] / S.V. Os'kin A.S. Makarenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of Kuban State Agrarian University]. — Krasnodar: KubSAU, 2014. — № 47. — P. 171-173. [in Russian]

6. Os'kin S.V. Nadezhnost' tehnicheskih sistem i jekologicheskij, jekonomicheskij ushherby v sel'skom hozjajstve [Reliability of technical systems and ecological, economic damages in agriculture] / S.V. Os'kin, B.F. Tarasenko // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Scientific Journal of KubSAU]. — 2014. — № 101(07). [in Russian]

7. Os'kin S.V. Metody i sredstva povyshenija kachestva funkcionirovanija asinhronnyh nereguliruemyh jelektroprivodov: Dlja kormocehov i predprijatij po pererabotke s.-h. produkcii [Methods and means of improving the quality of functioning of asynchronous unregulated electric drives: For feed mills and enterprises on processing of agricultural products]: dis. … PhD in Technical Sciences / Os'kin Sergej Vladimirovich. — Chelyabinsk, 1998. — 368 p. [in Russian]

8. Os'kin C.B. Jekonomicheskoe obosnovanie organizacionno-tehnicheskih meroprijatij v kursovyh i diplomnyh proektah [Economic substantiation of organizational and technical measures in course and diploma projects] / C.B. Os'kin, V.Ja. Horol'skij, O.A. Goncharova [et al.] — Krasnodar: KubSAU, 2008. — 108 p. [in Russian]

9. Paramonova P.F. Jeffektivnost' ispol'zovanija proizvodstvennyh resursov v sel'skom hozjajstve [Efficiency of production resources utilization in agriculture] / P.F. Paramonova. — Krasnodar: KubSAU, 2014. — 244 p. [in Russian]

10. Karapetjan I.G. Spravochnik po proektirovaniju jelektricheskih setej [Handbook for the design of electrical networks] / I.G. Karapetjan, D.L. Fajbisovich, I.M. Shapiro; ed. by D.L. Fajbisovich. — M.: JeNAS, 2012. — 376 p. [in Russian]