

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Солдатова Сергея Валерьевича «Совершенствование методов расчета и обнаружения аварийных режимов сельских электрических сетей 10 кВ по наведенным напряжениям», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 - «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».

В диссертации разрабатывается актуальная проблема совершенствования методик расчета и обнаружения аварийных режимов (далее сокращенно - АР) в сетях 10 кВ. Проведенные исследования основываются на модели фидера 10 кВ в фазных координатах.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы.

Ценность для науки и практики имеют следующие основные результаты:

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены цель и основные задачи исследования, отмечена научная новизна работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, кратко изложено содержание работы.

В первой главе приводится обзор методов определения мест повреждений, а также приводятся разработанные ранее модели устройств электрической сети: линии электропередачи, нагрузки, блока несимметрии, разветвления, трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда - треугольник» и «звезда- звезда с нулем», а также разработанная в данной работе аналитическая модель линии не требующая процедуры обращения матриц.

Во второй главе представлена разработанная универсальная методика расчета любых АР фидера 10 кВ и методика расчета наведенных напряжений (НН) на проводниках (антеннах) параллельных линии. Методики основаны на методе фазных координат. Число проводников антенны, их размещение и длина могут быть произвольными.

В третьей главе исследованы все АР фидера 10 кВ и НН на антеннах, а также их зависимость от: чередования фаз линии 10 кВ, нагрузки фидера, места возникновения аварии, места расположения антенны и от длины проводников антенны. Показано, что чередование фаз линии и нагрузка незначительно влияют на НН (отклонения составляют не более 1,3 %). Длина проводника также сказывается незначительно. Отклонения при длине 70 метров и 5 метров при различных АР составляют всего (1-60) В. При расположении антенны в любой точке вдоль вертикали относительно фаз линии наводятся достаточные НН для определения АР. При этом, все режимы где присутствуют замыкания на землю можно с уверенностью определить, т.к. НН в этих режимах существенны и составляют от 862 В до 4725 В.

Показано, что место возникновения АР вдоль длины линии влияет на НН на антенне и это можно использовать для определения места возникновения АР. Далее исследовано распределение несимметрии фазных напряжений и токов вдоль длины линии при различных АР. Показано, что именно несимметрия фазных напряжений наибольшим образом влияет на НН. При этом наибольшие НН наблюдаются при расположении антенны рядом с точкой возникновения АР. Это обстоятельство может быть использовано при обнаружении АР в разветвленных фидерах.

В работе показано, что вид АР можно определять по интервалам НН построенным при изменении точки АР вдоль длины линии. Например: в начале, в середине и в конце линии. Анализ таких интервалов (при расположении проводника антенны в центре) показал, что все АР можно разбить на три укрупненные группы или на семь детальных групп.

Укрупненными группами являются:

1. Все короткие замыкания. НН изменяются от 30 до 65 В.
2. Все двойные замыкания и все одновременные обрывы с замыканиями. НН изменяются от 2192 до 2410 В.
3. Все однофазные замыкания и все одновременные замыкания с обрывами. НН изменяются от 4387 В до 4794 В.

Детальными группами являются:

1. Все короткие замыкания. НН изменяются от 0 до 65 В.
2. Все двойные замыкания. НН изменяются от 2192 до 2367 В.
3. Одновременные обрывы и замыкания: обр.В+ВО и обр.С+СО. НН составляют 2385 В.
4. Одновременные обрыв и замыкание обр.А+АО. НН составляют 2410 В.
5. Все однофазные замыкания: АО, ВО, СО. НН изменяются от 4387 до 4710 В.
6. Одновременное замыкание и обрыв АО+обр.А. НН составляют 4770 В.
7. Одновременные замыкания и обрывы: ВО+обр.В, СО+обр.С. НН изменяются от 4793 В до 4794 В.

Таким образом, для определения вида аварийного режима можно пользоваться как укрупненными, так и детальными группами. Однако, детальные группы требуют более точных вычислений и измерений НН.

Далее проведены исследования по возможности определения места АР по графикам изменения НН от точки возникновения АР вдоль длины линии. Предложено интерполировать данные графики полиномом на основе матрицы Вандермонда. При задании погрешности расчета или измерения НН можно определять интервал длин, где произошла авария. Прделанные математические преобразования позволили получить аналитические выражения для начальной и конечной точки интервала, а также для длины этого интервала.

Важным выводом в работе стал вывод о независимости НН от величины переходного сопротивления в месте замыкания линии 10 кВ. При металлическом замыкании (принималось переходное сопротивление 0,1 Ом) и при замыкании через переходное сопротивление (принималось переходное сопротивление 500 Ом) уровни НН изменяются менее, чем на 5 %. Это значит, что можно выбирать размещение антенн и измерительные приборы не учитывая переходное сопротивление.

В работе показано, что в магистральном фидере можно судить о месте АР по НН на антенне, расположенной в начале линии 10 кВ. Однако, преимущественно фидера имеют разветвленную структуру. В этом случае

можно кроме антенны в начале использовать антенны перед каждым потребительским трансформатором 10/0,4 кВ. Тогда из всех антенн выбирается антенна с наибольшим значением НН и отключается соответствующий участок фидера перед этой антенной.

В четвертой главе проведены исследования возможности определения видов аварийных режимов линии 10 кВ по НН на многопроводниковых антеннах. Сначала рассмотрены антенны, состоящие из трех стержней при расположении стержней: по вписанной окружности; по описанной окружности; по горизонтали; по вертикали; по треугольнику вершиной вверх; по треугольнику вершиной вниз. НН на этих антеннах отличаются незначительно и составляют например для однофазных замыканий от 4082 В до 4557 В. Однако, эти расположения имеют больше теоретическое значение, чем практическое, так как стержни расположены внутри треугольника образованного фазами или просто близко к фазам линии 10 кВ. Это создает трудности, как при монтаже, так и при эксплуатации таких антенн. В связи с этим были рассмотрены многопроводные антенны с другими расположениями проводников: по горизонтали, по вертикали, сбоку от линии. Расчеты велись как на холостом ходу антенны, так и при нагрузке, подключенной к антенне и обеспечивающей напряжение 220 В при однофазном замыкании. Отношение НН на холостом ходу и при нагрузке одинаковы при всех АР. Мощность подключенной нагрузки зависит от числа проводников и обратно пропорциональна сопротивлениям нагрузки. Мощность также зависит от достигнутого НН в данном режиме. Анализ показал, что при увеличении числа проводников в три раза - отношение сопротивлений нагрузки изменяется не в три раза, а всего в (1,51-1,71) раз. При увеличении числа проводников в пять раз отношение сопротивлений нагрузки изменяется не в 5 раз, а всего в (1,72- 2,2) раза. Это объясняется тем, что при увеличении числа проводников НН увеличиваются не значительно. При этом мощность зависит от величины воздушных емкостных сопротивлений между всеми стержнями и фазами линии, которые и ограничивают эту мощность. Рассмотренные антенны позволяют определить

все режимы с замыканием фаз на землю и отстроиться от нормального режима. Еще большую детализацию режимов с замыканием можно осуществить, если расположить стержни сбоку от линии с двух сторон. Кроме того, это расположение наиболее безопасно при эксплуатации и никак не влияет на работу линии, потому что проводники достаточно удалены от фаз. Причем получены следующие интервалы для определения вида аварийного режима:

- если НН составляют (90-113) В - то это двойные замыкания;
- если НН составляют (100-121) В - то это одновременные обрывы с замыканием;
- если НН составляют (202-221) В - то это однофазные замыкания;
- если НН составляют (220-241) - то это одновременные замыкания с обрывом.

Чтобы увеличить мощность нагрузки необходимо уменьшить расстояния между стержнями антенны и фазами линии. Показано, что это можно сделать, подвешивая стержни антенны прямо к фазам линии на изоляторах. В этом случае мощность нагрузки увеличивается в (1,3-1,55) раз при расстоянии между стержнями ($d=20$ см) и в (2,38-2,85) раз при расстоянии ($d=5$ см). Таким образом, для увеличения мощности нагрузки можно использовать антенны с максимальным сближением стержней и фаз антенны.

В пятой главе приведены данные экспериментальных исследований и сделана оценка технико-экономической эффективности предложенного метода.

Для подтверждения разработанной методики расчета НН на стержнях антенны были проведены экспериментальные исследования. Для этого была собрана специальная конструкция. Были проведены измерения под одноцепной линией 10 кВ и под двухцепной линией 35 кВ. Показано, что отклонения измеренных и расчетных НН составляет для линии 10 кВ (0,7- 1,56) В, а для двухцепной линией 35 кВ всего (1,1 – 4,9) В. Причем наименьшие погрешности наблюдаются при измерениях под центральной фазой линии. Погрешность связана с не знанием точных значений фазных напряжений и координат проводов рассмотренных линий 10 кВ и 35 кВ, а также точного суммарного сопротивления нагрузки с заземлением антенны. По результатам эксперимента

можно сделать вывод о том, что разработанная теория расчета верна и при ее помощи можно рассчитывать НН на антеннах.

Сравнены 3 варианта определения места аварийных режимов: при помощи метода 3-х симметричных составляющих реализованного в приборе «ИМФ» и в приборе «СИРИУС», а так же при помощи разработанного в работе метода. При сравнении предлагаемого метода с вариантом внедрения ИМФ получается годовой экономический эффект в размере 61750 руб. при длине линии 10 км и 81012 руб. при длине линии 20 км. При сравнении предлагаемого метода с вариантом внедрения СИРИУС получается годовой экономический эффект в размере 70786 руб. при длине линии 10 км и 79541 руб. при длине линии 20 км.

В заключении делаются выводы, логически вытекающие из результатов исследований.

Результаты работы имеют научную и практическую значимость.

Достоверность исследований обусловлена применением строгих математических преобразований с использованием матричной теории электрических сетей, а также проведенными экспериментами и оценкой технико-экономической эффективности.

Автореферат в сжатой форме описывает основные положения диссертации, которые отражены в 21 публикации, из них 5 - в изданиях, рекомендованных ВАК, а также в патенте на полезную модель.

По диссертации имеются ряд вопросов и замечаний:

1. Не в полной мере описано преимущество метода фазных координат по сравнению с методом трех симметричных составляющих.
2. Непонятно, зачем были рассмотрены три случая эксплуатации проводников антенны, если в расчетах используется только один - когда проводники отключены и разомкнуты по концам.
3. В разных разделах работы используются разные термины - «проводник», «трос», «стержень». Необходимо дать четкое обоснование использования этих терминов.

4. При исследованиях использованы модули наведенных напряжений, а что происходит с фазами этих напряжений.
5. При экспериментальных исследованиях необходимо было привести результаты измерений напряжения фаз линий, под которыми определялись наведенные напряжения.
6. Необходимо было экспериментально подтвердить утверждение (стр. 169 диссертации) о том, что длина стержня антенны может составлять 1 метр. При положительном результате эксперимента можно было бы вдвое уменьшить длину стержня.

Указанные недостатки не снижают ценности работы.

Заключение

Диссертационная работа Солдатов С.В. «Совершенствование методов расчета и обнаружения аварийных режимов сельских электрических сетей 10 кВ по наведенным напряжениям» является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 - Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент к.т.н.,
заведующий лабораторией
систем электроснабжения сельских потребителей

ФГБНУ ВИЭСХ

Телефон: 8 906-750-55-34

109456, Москва, 1-й Вешняковский проезд, 2

E-mail: viesh@dol.ru

Подпись Антонова Ю.М. заверяю:

начальник отдела кадров ФГБНУ ВИЭСХ

Антонов Ю.М.



Лавренева Т.В.

СВЕДЕНИЯ

об официальном оппоненте

кандидатской диссертации Солдатова Сергея Валерьевича на тему:
(Ф.И.О. соискателя)

«Совершенствование методов расчета и обнаружения аварийных режимов сельских
электрических сетей 10 кВ по наведенным напряжениям»

по специальности: 05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском
хозяйстве
(расшифровка)

Фамилия, имя, отчество	Антонов Юрий Михайлович
Ученая степень	кандидат технических наук
Шифр и наименование научной степени	05.20.02
Ученое звание	кандидат технических наук
Должность и адрес места работы	Заведующий лабораторией систем электроснабжения сельских потребителей ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства
Контактные телефоны	+79057505534
E-mail	yuman2000@mail.ru
Дата и место рождения	
Паспортные данные	
Домашний адрес	
ИНН	
Номер страхового пенсионного свидетельства	
Основные работы по профилю диссертации за последние 5 лет	<ol style="list-style-type: none">1. Антонов Ю.М. Методологические вопросы разработки региональных систем энергосбережения в сельском хозяйстве: Материалы XI международной научно-практической конференции // АР Крым, ст. Николаевка, 13-17 августа 2010 года. – Крым, 2010. – С. 45-48.2. Антонов Ю.М. Перспективы использования локальных информационных сетей для контроля деятельности сельскохозяйственных объектов. // Труды 7-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» (18-19 мая 2010 года, Москва, ГНУ ВИЭСХ). Часть 5. Инфокоммуникационные технологии и нанотехнологии. – С. 34-38.3. Автономная энергосберегающая система энергообеспечения животноводческих и других сельскохозяйственных объектов. // Материалы 7-й Международной научно-технич. конф. «Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения». Санкт-Петербург: СЗНИИМЭСХ, 2011. Том 3. С. 147-151.

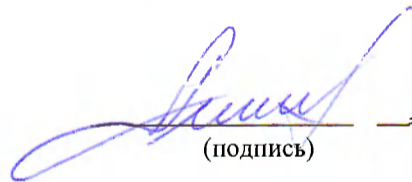
	<p>4. Антонов Ю.М. Автономная энергосберегающая система энергообеспечения животноводческих и других сельскохозяйственных объектов. // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. –С. 60-64.</p> <p>5. Антонов Ю.М., Жмакин Л.И., Козырев И.В., Крыков А.А. Текстильные солнечные коллекторы для горячего водоснабжения сезонных потребителей. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» №2 (119) , часть 1, 2013г. Спецвыпуск, посвященный Всероссийскому научно – исследовательскому институту электрификации сельского хозяйства. С.27 – 31.</p> <p>6. Антонов Ю.М. Ветросолнечные системы для энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей. // Труды 9-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» Часть 4. Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология. – С. 241-246.</p> <p>7. Антонов. Ю.М. Датчик слежения за солнцем двухосных систем ориентации солнечных батарей. // Патент РФ №141439. Бюл.№16, 10.06.2014</p>
--	--

* Я, Антонов Юрий Михайлович, даю согласие выступить
Ф.И.О. оппонента

в качестве официального оппонента.

Необходимые персональные данные о себе представляю и согласен(а) на их обработку.

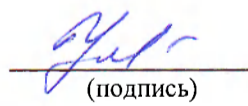
Официальный оппонент,
к.т.н.,
(ученая степень, ученое звание
заведующий лабораторией электроснабжения
подлинность, место работы)
ИТНУ-ВЭСХ


(подпись)

Антонов Ю.М.
Ф.И.О.



М.П. Заверяю
(отдел кадров, либо Ученый секретарь)


(подпись)

Л.И. Уланович
Ф.И.О.