

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 629.4.082.3:621.3.004.12

В.Б. Белый

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМ СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

***Ключевые слова:** системы сельского электроснабжения, технические средства, качество электрической энергии, электромагнитная совместимость оборудования.*

В настоящее время невозможно представить производство сельскохозяйственной продукции без использования электроэнергии. Она применяется во всех отраслях сельскохозяйственного производства. Электроэнергетика является одним из важнейших факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Электрификация этой отрасли повышает электровооруженность труда, изменяет структуру основных производственных фондов, углубляет специализацию производства, снижает затраты ручного труда, изменяет его содержание, является, в конечном итоге, не только производственным, но социальным фактором.

Рост производственного энергетического потенциала села и электроемкости сельскохозяйственной продукции увеличивает зависимость объемов производства продукции от количества потребляемой электроэнергии, качества и надежности электроснабжения.

Вопросы качества и надежности электроснабжения, в свою очередь, тесно связаны с проблемой электромагнитной совместимости элементов системы электроснабжения (СЭС). Под термином «элек-

тромагнитная совместимость» (ЭМС) понимается способность электротехнического оборудования удовлетворительно работать в электромагнитной обстановке, созданной другим электротехническим оборудованием и окружающей средой, не создавая при этом собственного недопустимого влияния на смежные элементы системы.

Проблемы ЭМС технических средств (ТС) достаточно давно исследуются в системах промышленного электроснабжения. В последнее время наблюдается повышенное внимание к этой проблеме и в городском электроснабжении. Несмотря на это практически нет никаких данных о систематических и целенаправленных исследованиях проблемы ЭМС для элементов систем сельского электроснабжения.

Электроснабжение подавляющего большинства сельских потребителей в настоящее время осуществляется централизованно от энергосистем. Сельские сети систем электроснабжения обладают рядом особенностей, отличающих их от сетей промышленного и городского электроснабжения. Большое количество удаленных друг от друга потребителей сравнительно малой мощности и радиальное построение сетей создают трудности в обеспечении надежности электроснабжения. Чаще, чем в промышленных и городских сетях, применяются провода малых сечений и трансформаторы малой мощ-

ности. В сетях наблюдается явно выраженная несимметрия напряжения. Все более возрастает доля электротехнических устройств с нелинейными характеристиками. Эти факторы помимо того, что вызывают повышенный расход мощностей и потери напряжения в сетях, создают условия для отрицательного влияния различных элементов СЭС друг на друга. Значительная доля кондуктивных помех, т.е. электромагнитных помех, распространяющихся по элементам электрической сети, приходится на распределительные сети среднего (10 кВ) и низкого (0,38 кВ) напряжений.

Принципиальной особенностью проблемы ЭМС и повышения качества электроснабжения является ее межотраслевой характер. Качество электроснабжения потребителя обеспечивается путем воздействия на параметры системы электроснабжения не только производителя электроэнергии, но и взаимосвязанной работой передающих сетей и многих электропотребителей различных отраслей. Проблемы ЭМС элементов электроснабжения возникают на стыке производства, передачи и потребления электроэнергии.

В сельском хозяйстве проблемы ЭМС возникли не сразу, а в результате достижения определенного уровня электрификации производства. По мере его повышения постепенно происходило изменение типа и количества электрооборудования, претерпевала структурные и качественные изменения сама СЭС. Создание более совершенной материально-технической базы сельскохозяйственного производства обусловило переход к новым показателям качества электроэнергии и более высокой надежности электроснабжения, которые должны соответствовать возросшим требованиям практической деятельности.

Количество и качество параметров ЭМС ТС определяются путем проверок, измерений и испытаний на ЭМС. В последние годы в России вводятся в действие новые отечественные стандарты (свыше 50 стандартов) и методы испытаний, согласованные с международными и европейскими стандартами, регламентирующими объем современных требований к техническим средствам по обеспечению электромагнитной совместимости. Но в настоящее время не существует четкого перечня параметров, влияющих на ЭМС технических средств, по которому можно было бы характеризовать элек-

тромагнитную обстановку в СЭС и на производстве.

Из всего многообразия факторов или параметров, влияющих на ЭМС технических средств, можно выделить основные и наиболее значимые:

1) устойчивость к колебаниям напряжения [1];

2) устойчивость к электростатическим помехам [2];

3) устойчивость к излучаемым электромагнитным и радиочастотным помехам. Стандарты применяются при установлении требований к электротехническим, электронным и радиоэлектронным изделиям, оборудованию и системам по устойчивости к электромагнитным помехам и соответствующих видов испытаний применительно к условиям электромагнитной обстановки при эксплуатации технических средств [3, 4];

4) устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями [5];

5) устойчивость к радиопомехам от электрического, светового и аналогичного оборудования [6];

6) уровень электромагнитных помех (электромагнитная обстановка) [7, 8];

7) гармоника тока и фликер;

8) уровень «загрязнения» электрической сети гармониками всех уровней (нормы устанавливаются в [9], а также в [10] отдельно для сетей 0,4 и 6/10 кВ);

9) устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания [11].

Это лишь небольшой перечень нормативных документов, на которые следует обратить внимание при исследовании вопроса ЭМС ТС в СЭС и производственных предприятиях (как говорилось выше, стандартов более 50, здесь выделяются основные).

Все исследования, которые необходимо проводить для оценки электромагнитной совместимости технических средств, опираясь на соответствующие ГОСТы, можно представить в общем виде на рисунке.

Рассмотрим стратегию исследований на электромагнитную совместимость технических средств на примере высших гармонических составляющих напряжения и тока, поскольку гармонические искажения и связанные с этим проблемы в элементах электрических сетей и электрооборудовании производства становятся все более преобладающими.

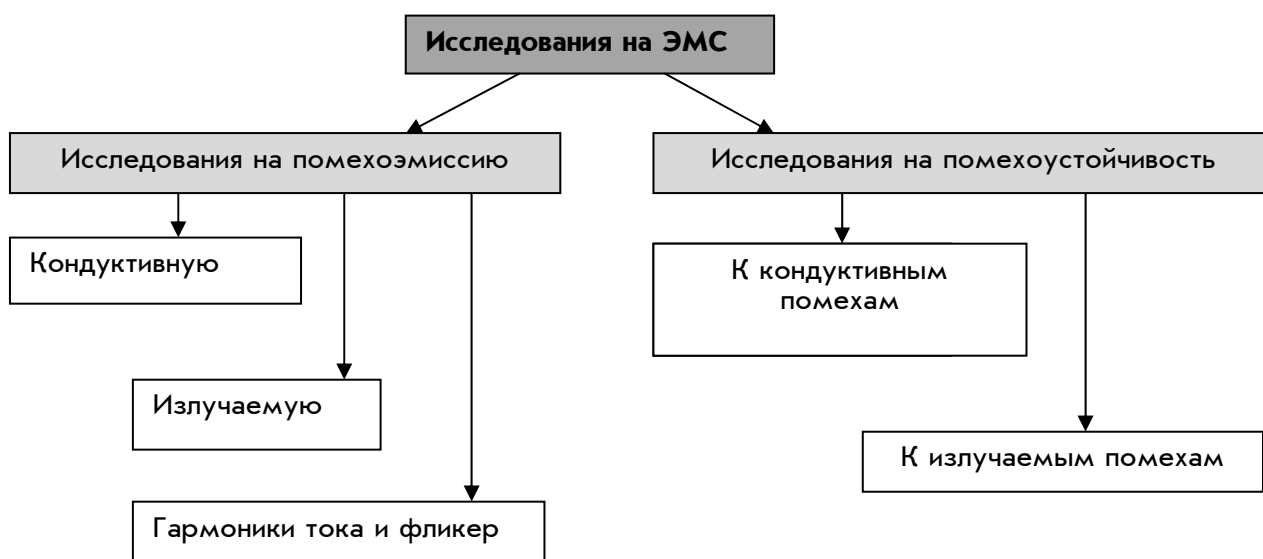


Рис. Схема исследований на ЭМС и наличие нормативной базы их регулирования

Эти проблемы проявляются в виде:

а) дополнительного нагрева и выхода из строя конденсаторов, предохранителей конденсаторов, трансформаторов, электродвигателей, люминесцентных ламп и т.п.;

б) ложного срабатывания автоматических выключателей и предохранителей;

в) наличия третьей гармоники и ее производных 9, 12 и т.д. в нейтрали, что может потребовать увеличения сечения ее проводника;

г) гармонического шума (частые переходы через 0), который может служить причиной неправильной работы компонентов систем защиты, автоматики, телемеханики;

д) повреждения чувствительного электронного оборудования.

Проблемы, вызываемые высшими гармониками напряжения и тока, могут быть разделены на проблемы мгновенного и длительного возникновения.

К проблемам мгновенного возникновения относят:

а) искажение формы питающего напряжения;

б) падение напряжения в распределительной сети;

в) эффект гармоник, кратных трем (в трехфазных сетях);

г) резонансные явления на частотах высших гармоник;

д) наводки в системах релейной защиты и автоматики, телекоммуникационных и управляющих сетях;

е) повышенный акустический шум в электромагнитном оборудовании;

ж) вибрация в электромашиных системах;

з) недостоверные показания измерительных приборов и некоторых датчиков обратной связи в системах АСКУЭ.

К проблемам длительного возникновения относят:

а) нагрев и дополнительные потери в трансформаторах и электрических машинах;

б) нагрев конденсаторов;

в) нагрев кабелей распределительной сети.

Нормально допустимые значения коэффициента  $n$ -й гармонической составляющей напряжения в точках присоединения к электрическим сетям с разным номинальным напряжением  $U_{НОМ}$  приведены в таблице.

Предельно допустимое значение коэффициента  $n$ -й гармонической составляющей напряжения вычисляют по формуле:

$$K_{U(n) пред} = 1,5 \cdot K_{U(n) норм}$$

где  $K_{U(n) норм}$  – нормально допустимое значение коэффициента  $n$ -й гармонической составляющей напряжения, определяемое по таблице.

Для точного решения задачи состояния гармоник требуется:

1) знание условий эксплуатации и технические характеристики источников энергии, распределительной сети и автоматов защиты;

2) точное знание характеристик нагрузок (гармонического состава токов, потребляемой мощности, места их подключения в системе электроснабжения);

3) использование специальных измерительных приборов для экспериментального определения гармонического состава тока в различных участках распределительной сети СЭС;

4) проведение анализа и моделирования изучаемой системы электроснабжения.

Комплекс этих мероприятий необходим для правильного проектирования или изменения уже существующей системы электроснабжения и выбора требуемой спецификации оборудования, способной обеспечить электромагнитную совместимость, соответствующую современным международным стандартам.

Следует отметить, что для определения степени обеспечения электромагнитной совместимости технических средств на первом этапе целесообразно проводить исследования не по всем вышеуказанным параметрам, а достаточно получить данные по трем основным:

1) устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным электромагнитными полями различных частот;

2) устойчивость к излучаемым электромагнитным радиочастотным помехам;

3) уровень «загрязнения» электрической сети предприятия гармониками всех уровней.

Если же результаты исследований не соответствуют нормам, указанным в

стандартах, то требуется проведение дополнительных исследований по другим показателям.

Таким образом, проведенный анализ показал:

1. Для нормального и бесперебойного функционирования систем сельского электроснабжения и отдельного электрооборудования различных сельскохозяйственных производств необходимо разработать практический алгоритм действий, который бы обеспечивал оценку реального состояния электромагнитной совместимости технических средств, используемых в системах электроснабжения и сельскохозяйственном производстве.

2. Необходима разработка комплексной математической модели, позволяющая:

а) как на этапе проектирования систем электроснабжения, так и в условиях реальной эксплуатации электрооборудования учитывать взаимное влияние технических средств;

б) оценить степень такого влияния и рекомендовать алгоритм действий по снижению отрицательного воздействия;

в) дать экономическую оценку предполагаемых мероприятий по снижению негативных влияний или отказа от этих мероприятий.

3. Крайне желательна разработка методики, позволяющая выявлять новые источники «загрязнения» электрической сети системы сельского электроснабжения и электрооборудования сельскохозяйственного производства.

Таблица

Значения коэффициента  $n$ -й гармонической составляющей напряжения, %

Нечетные гармоники, не кратные 3 при $U_H$ , кВ			Нечетные гармоники, не кратные 3* при $U_H$ , кВ			Четные гармоники при $U_H$ , кВ		
n	0,38	6-20	n	0,38	6-20	n	0,38	6-20
5	6,0	4,0	3	5,0	3,0	2	2,0	1,5
7	5,0	3,0	9	1,5	1,0	4	1,0	0,7
11	3,5	2,0	15	0,3	0,3	6	0,5	0,3
13	3,0	2,0	21	0,2	0,2	8	0,5	0,3
17	2,0	1,5	> 21	0,2	0,2	10	0,5	0,3
19	1,5	1,0				12	0,2	0,2
23	1,5	1,0				> 12	0,2	0,2
25	1,5	1,0						

Примечание.  $n$  – номер гармонической составляющей напряжения.

\* Нормально допускаемые значения, приведенные для  $n$ , равных 3 и 9; относятся к однофазным электрическим сетям. В трехфазных трехпроводных электрических сетях эти значения принимают вдвое меньше, чем приведенные в таблице.

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р 513.17.4.14-00. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.
2. ГОСТ Р 513.17.4.2-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.
3. ГОСТ Р 513.17.4.3-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний.
4. ГОСТ Р 513.17.4.1-00. Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Виды испытаний.
5. ГОСТ Р 513.17.4.6-00. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний.
6. ГОСТ Р 513.18.15-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от электрического светового и аналогового оборудования. Нормы и методы испытаний.
7. ГОСТ Р 513.17.2.4-00. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Уровни электромагнитной совместимости для низкочастотных кондуктивных помех в системах электроснабжения промышленных предприятий.
8. ГОСТ Р 513.17.2.5-00. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Классификация электромагнитных помех в местах размещения технических средств.
9. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
10. ГОСТ Р 513.17.4.11-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.



УДК 633.1.004.16:631.171

**В.И. Беляев,  
С.А. Камша**

**ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ УРОЖАЯ ПШЕНИЦЫ  
В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

***Ключевые слова:** оценка, биологические потери, урожайность, уборка, затраты труда, площадь уборки, зональность, коэффициент потерь, стоимость потерь, климатические факторы.*

**Введение**

Все потери, связанные с уборкой урожая, можно разделить на несколько групп: механические, биологические, погодные и технико-экономические.

Значительный удельный вес в объеме потерь представляют биологические потери, которые объясняются изменением качественных показателей продукции в зависимости от времени, а также наличием и организацией работы комбайнов и ресурсов на их содержание [1].

Биологические потери зерна – это потери, обусловленные природно-климатическими факторами.

Биологические прямые потери включают в себя: осыпание зерна из колосьев или даже обламывание целых колосьев, прорастание зерна на корню или в валках и, наконец, уменьшение урожая от употребления зерна вредителями, грызунами и птицами в скоротечный период уборки.

Биологические косвенные потери – это снижение качества зерна за счет ухудшения физико-механических и биологических свойств, которые включают в себя обширный круг показателей – товарных, посевных и продуктивных [2].

Источником биологических потерь зерна является срок уборки урожая, который