

СИНТЕЗ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

В.Ф. Бухтояров

г. Челябинск, Южно-Уральский государственный университет

SYNTHESIS OF LOGIC MODELS OF SAFE EXECUTION OF WORK WITH ELECTRIC INSTALLATIONS

V.F. Bukhtoyarov

Chelyabinsk, South Ural State University

Рассмотрены логические модели и алгоритмы безопасного ведения работ в электроустановках, обеспечивающие снижение риска неправильных действий и решений персонала.

Ключевые слова: электроустановки, алгоритм безопасной организации работ, логическая модель.

Logic models and algorithms of safe execution of work with electric installations, providing the decrease of risk of wrong actions and decisions of personnel, are considered.

Keywords: electric installations, algorithm of safe execution of work, logic model.

Подавляющее большинство электропоражений – следствие неправильных (опасных) действий или бездействия как самих пострадавших, так и других лиц, работавших или руководивших работами в электроустановках или вблизи них [1]. Неправильные действия выражаются в различных нарушениях требований правил безопасности [2] и ошибках.

Чаще всего электротравмы происходят из-за невыполнения таких технических и организационных мероприятий, как отключение установки или части ее от источника питания электроэнергией, проверка отсутствия напряжения, наложение заземлений, использование электротехнических средств, оформление задания на производство работ, осуществление допуска к проведению работ, организация надзора за ними и др.

При полном или частичном невыполнении указанных выше организационных и технических мероприятий безопасность людей при работе в электроустановках и вблизи них не обеспечивается, поскольку не исключается возможность попадания работающих под напряжение, например в случае прикосновения к токоведущим частям, которые могут или находиться под напряжением, или случайно оказаться под ним.

Как показывают исследования причин производственного электротравматизма [1], безопасность деятельности персонала при эксплуатации электроустановок обеспечивается лишь при полном соблюдении требований правил по охране

труда [2], объем которых значителен, и не каждый работник в состоянии его запомнить, тем более успешно применить нужные знания в конкретной ситуации.

Это диктует объективную потребность в создании систем поддержки принятия правильных решений, ориентированных на предоставление лицу, принимающему решение, помощи в поиске и выборе «безопасного» организационного или технического решения.

Для уменьшения вероятности принятия ошибочных решений при организации и проведении работ в электроустановках разработаны:

- эталонный алгоритм принятия решений на проведение работ в электроустановках, устанавливающий последовательность действий и видов деятельности, обеспечивающих безопасную организацию работ (рис. 1);

- логические модели организации безопасного ведения работ (модели безопасности работ) в электроустановках (рис. 2).

На рис. 2 приняты следующие обозначения работ: а1 – оформление и выдача наряда (распоряжения) на работу; а2 – получение разрешения на подготовку рабочего места; а3 – проверка наличия средств индивидуальной защиты; а4 – отключение напряжения; а5 – блокирование возможности ошибочного или самопроизвольного включения напряжения; а6 – проверка исправности указателя напряжения; а7 – проверка отсутствия напряжения; а8 – установка временного заземления;

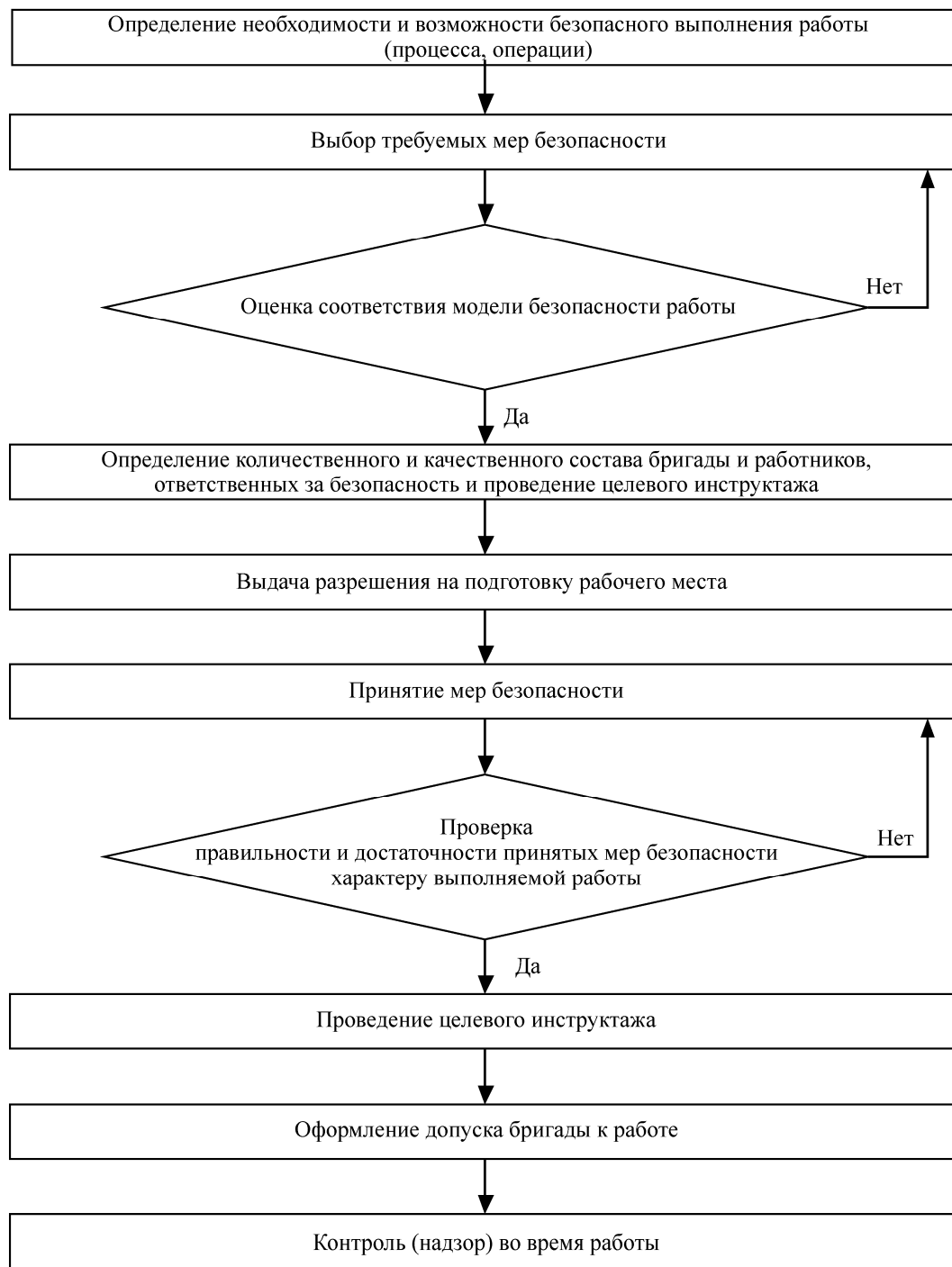


Рис. 1. Эталонный алгоритм принятия решения на проведение работ в электроустановках

а9 – вывешивание плакатов и ограждение рабочего места; а10 – проверка правильности подготовки рабочего места; а11 – проведение целевого инструктажа; а12 – оформление начала работы и первичный допуск бригады к работе; а13 – надзор во время работы; а14 – ограждение соседних токоведущих частей, находящихся под напряжением; а15 – использование электрозащитных средств; а16 – запрет работать в одежде с короткими рука-

вами и использовать металлические метры, ножовки и т.п.; а17 – запрет работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей окажется менее допустимого; а18 – запрет работать около неогражденных токоведущих частей, которые находятся либо сзади, либо с двух боковых сторон; а19 – запрет прикасаться без применения электрозащитных средств к изоляторам, изолирующим частям оборудования,

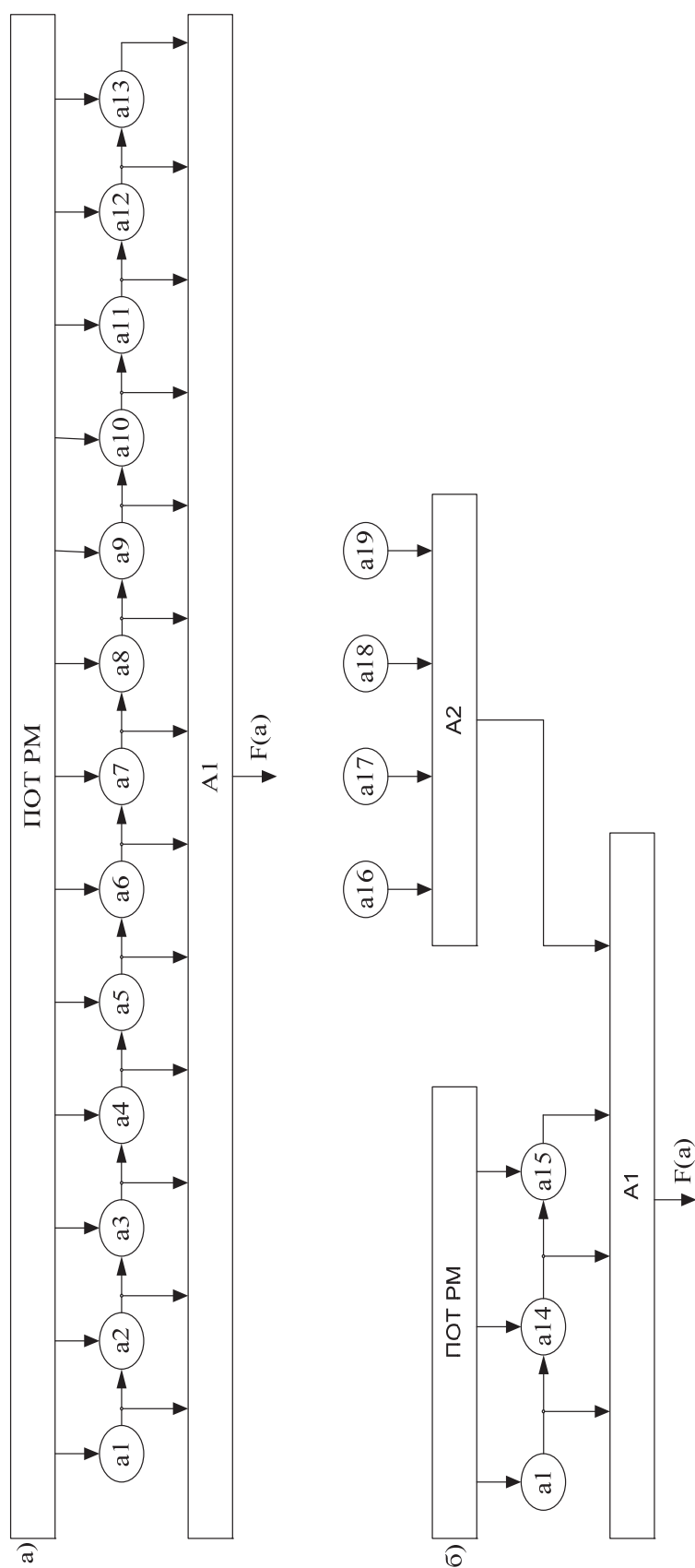


Рис. 2. Модели организации безопасного ведения работ в электроустановках: а) со снятием напряжения с токоведущих частей; б) без снятия напряжения с токоведущих частей, находящихся под напряжением до 1000 В

находящимся под напряжением; $A1$ и $A2$ – логические функции (операции) конъюнкция И и дизъюнкция ИЛИ-НЕ с отрицанием соответственно; $F(a)$ – оператор безопасности производства работ.

При производстве работ в электроустановках, например со снятием напряжения, уменьшение вероятности опасных действий работников обеспечивается выполнением комплекса действий и мероприятий, предусмотренных правилами безопасности [2].

Согласно рис. 2 оператор $F(a)$ безопасного производства работ (оператор безопасности) в электроустановках имеет вид:

а) при ведении работ со снятием напряжения с токоведущих частей

$$F(a) = \bigwedge_{i=1}^{13} a_i, \quad (1)$$

где a_i – требование электробезопасности; $\bigwedge$ – знак логического умножения;

б) при ведении работ без снятия напряжения с токоведущих частей

$$F(a) = a1\Lambda a14\Lambda a15\Lambda(a16\vee a17\vee a18\vee a19), \quad (2)$$

где $\vee$ – знак логического сложения.

Из рис. 1 и 2 наглядно видно, какие действия и в какой последовательности необходимо выполнить, прежде чем приступить к работе.

Надежность данной технологии можно оценить приблизительно по вероятности непопадания ($P_{\text{неп}}$) работника под воздействие электрического тока или электрической дуги. Эту вероятность при выполнении работ, например по наряду, можно вычислить по известной формуле:

$$P_{\text{неп}} = 1 - (1 - P_{\text{в.з}})(1 - P_{\text{о.р}})(1 - P_{\text{д}})(1 - P_{\text{п}})(1 - P_{\text{ч.б}}), \quad (3)$$

где $P_{\text{в.з}}$, $P_{\text{о.р}}$, $P_{\text{д}}$, $P_{\text{п}}$, $P_{\text{ч.б}}$ – вероятности неправильных (опасных) действий или принятия опасных

решений со стороны либо выдающего задание, либо ответственного руководителя работ, либо допускающего, либо производителя работ, либо одного члена бригады соответственно.

Если принять $P_{\text{в.з}} = P_{\text{о.р}} = P_{\text{д}} = P_{\text{п}} = P_{\text{ч.б}} = 0,01$, то $P_{\text{неп}} = 1 - (1 - 0,01)(1 - 0,01)(1 - 0,01) \times$
 $\times (1 - 0,01)(1 - 0,01) \approx 0,95$.

Следовательно, надежность данной технологии обеспечения безопасности работ близка к 1.

Такой уровень безопасности достигается совместным применением организационных и технических мероприятий. При нарушении установленной технологии, несоблюдении заданной последовательности действий (операций) или невыполнении отдельных ее компонентов уровень безопасности резко снижается, а риск травмирования увеличивается во много раз.

Отличительной особенностью разработанных моделей является то, что содержащаяся в них информация упорядочена, структурирована и представлена в наглядной форме для лучшего запоминания.

Использование разработанных алгоритма и моделей (логико-временных схем) позволит уменьшить профессиональный риск при выполнении работ в электроустановках и снизить уровень производственного травматизма.

Литература

1. Управление безопасностью производства работ в электроустановках / В. Ф. Бухтояров, И. В. Бухтояров / Челябин. ин-т путей сообщения. – Челябинск: ЧИПС, 2011. – 130 с.
2. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 192 с.

Поступила в редакцию 10.03.2012 г.

Бухтояров Василий Федорович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент АЭН РФ, член-корреспондент РАЕ, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Контактный телефон: 8 (351) 267-94-49.

Bukhtoyarov Vasily Fedorovich is a Doctor of Science (Engineering), a Professor, a corresponding member of Academy of Electrical Engineering of the Russian Federation, a corresponding member of the Russian Academy of Natural History, an academician of the Russian News Agency, a professor of Emergency Management Department of South Ural State University. Telephone: 8 (351) 267-94-49.