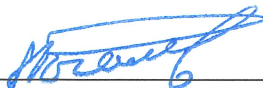


Некоммерческое партнерство  
**«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ  
Единой энергетической системы»**  
111250, г. Москва, проезд завода Серп и молот, дом  
10 Тел. (495) 012-60-07  
E-mail: [dtv@nts-ees.ru](mailto:dtv@nts-ees.ru), <http://www.nts-ees.ru/>

**УТВЕРЖДАЮ**  
Президент, Председатель  
Научно-технической коллегии,  
д.т.н., профессор

 Н.Д. Рогалев

«24» декабря 2024 год

## ПРОТОКОЛ № 8

заседания секции «Экономики, управления и подготовки кадров для  
энергетики» НП «НТС ЕЭС» по теме:

**«Экономические аспекты управления надежностью электроснабжения  
электросетевыми предприятиями на основе оценки значимости  
потребителей»**

от 3 декабря 2024 года

г. Москва

**Присутствовали члены секции очно в 220-й переговорной и по ВКС:**

- |   |   |
|---|---|
| <b>СУХАРЕВА</b><br>Евгения Викторовна   | - председатель секции «Экономики, управления и подготовки кадров для энергетики», профессор кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;            |
| <b>КРЫЛЕНКО</b> Елизавета<br>Евгеньевна | - исполняющий обязанности заведующего кафедрой Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;   |
| <b>ДЛИ</b><br>Максим Иосифович          | - заместитель Директора филиала Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, заведующий кафедрой Информационных технологий в экономике и управлении; |

- ЛИСИН**  
Евгений Михайлович
- профессор кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- КУРДЮКОВА**  
Галина Николаевна
- профессор кафедры «Экономики в энергетике и промышленности»;
- КОСОЛАПОВ**  
Александр Игоревич
- заместитель генерального директора ООО «МосОблЕИРЦ»
- ЛОЗЕНКО**  
Валерий  
Константинович
- профессор кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- ЗАЙКИНА**  
Елена Анатольевна
- бизнес-аналитик компании ООО «НЛМК - Информационные технологии»;
- КЕТОЕВА**  
Наталья Леонидовна
- заведующий кафедрой «Менеджмент в энергетике и промышленности», зам. Директора ИнЭИ ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- АМЕЛИНА**  
Анна Юрьевна
- доцент кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- МЕЩЕРЯКОВА**  
Татьяна Сергеевна
- доцент кафедры Менеджмент и инновации ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»;
- МУСАЕВА**  
Диана Эркиновна
- ученый секретарь секции «Экономики, управления и подготовки кадров для энергетики», доцент кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- РУКИНА**  
Екатерина Игоревна
- доцент кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- ФОМЕНКО**  
Наталья Михайловна
- профессор кафедры Теории менеджмента и бизнес-технологий ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»;
- ХАРИТОНОВА**  
Юлия Николаевна
- доцент кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ».

**Председательствовал:** председатель секции «Экономики, управления и подготовки кадров для энергетики», д.э.н. Сухарева Евгения Викторовна.

**Слушали:**

Доклад соискателя кафедры экономики и управления предприятиями и производственно-промышленными комплексами, Санкт-Петербургского экономического университета Ильина Александра Петровича на тему: «Экономические аспекты управления надежностью электроснабжения электросетевыми предприятиями на основе оценки значимости потребителей».

Ниже изложены **основные положения доклада:**

1. Отмечено, что надежность электроснабжения должна обеспечивать требования потребителей по бесперебойному обеспечению электроэнергией, являясь функцией системной надежности. Недофинансирование электросетевого комплекса за последние 10 лет только по зоне «Россетей» и только по 9 субъектам РФ составляет более 100 млрд рублей, что приводит к печальным последствиям. При этом для расширения электросетей БАМ и Транссиба было решено сдвинуть финансирование инвестпрограммы «Россетей» в объеме 100 млрд руб., что в свою очередь потребует принятия решений по выделению первоочередных мероприятий.

Но для их принятия необходимо разрабатывать новые методические подходы и экономико-математические модели, в том числе, например, формирование рейтинга мероприятий по ремонту электросетевого оборудования. Сравнение с ведущими иностранными электросетевыми компаниями, показывает, что их методы ранжирования работ по техническому обслуживанию и ремонту активов не применимы в 10 российских электросетевых компаниях ввиду значительных отличий в сфере регулирования ответственности за нарушения электроснабжения. Таким образом, весьма актуальной и своевременной в настоящее время является проблема поиска теоретических, методологических и методических подходов к управлению надежностью электроснабжения с помощью экономических параметров в условиях ограниченных ресурсов.

2. Представлены методические основы расчета последствий от перерыва в электроснабжении с учетом современных экономических факторов. Последствия перерыва в электроснабжении потребителей предложено рассматривать с точки зрения потребителя, отключенного от сети, поставщика электроэнергии, а также в укрупненных масштабах, с точки зрения региона. Составляющие возможного ущерба, вызванного перерывом в электроснабжении, будут отличаться для потребителей, поставщиков и региональных субъектов. Существующие методики не делают акцента на данном различии, оценивая либо ущерб, нанесенный потребителю, либо потери, которые несет электросетевая компания в связи с повреждением

своего оборудования и без учета компенсации ущерба потребителю. Отмечено, что анализ нормативной документации, показывает, что электросетевая компания должна компенсировать потребителю только реально понесенный ущерб, в который входит, например, потеря и порча сырья, повреждение оборудования и зданий, но не упущенную выгоду. Соответственно, нельзя рассматривать ущерб, который несет электросетевая компания, как арифметическую сумму собственных повреждений и ущерба, который несет потребитель.

Отмечено, что при планировании мероприятий по повышению надежности электроснабжения предлагается принимать во внимание следующее, на надежность каких именно потребителей данные мероприятия окажут влияние, и далее с помощью вычисления значимости потребителя проводить ранжирование данных мероприятий. Одним из критериев определения значимости потребителя является потенциальный ущерб, который понесет электросетевая организация в результате нарушения электроснабжения конкретного потребителя. Ущерб электросетевой компании при нарушении электроснабжения потребителя складывается из ущерба, которые несет сама организация, ущерба, который электросетевая компания должна компенсировать потребителю, социального и экологического ущерба (косвенного). Ущерб электросетевой компании определяется: затратами на аварийный ремонт оборудования и электрических сетей, а также запуск оборудования после его восстановления; ущербом от возрастания потерь электроэнергии в электросетях при работе в режиме дополнительной (аварийной) нагрузки; ущербом от недопоставки электроэнергии потребителю; ущербом регламентированного от снижения интервала тарифа за превышение возможного прекращения подачи электрической энергии.

Оценить возможный ущерб потребителя в денежном эквиваленте достаточно затруднительно в силу недостаточных начальных знаний, так как до момента наступления аварийной ситуации и последующих судебных разбирательств необходимые для расчетов данные не подлежат огласке. Показано, что, например, для населения одно длительное отключение приносит больший ущерб, чем несколько последовательных отключений такой же суммарной продолжительности. В то же время для промышленных и коммерческих потребителей имеет место обратная картина. Так, для них одно отключение длительностью 1 час создает меньший ущерб, чем 60 отключений по 1 минуте. Затраты на восстановление объектов инфраструктуры зависят от масштаба последствий отключения электроэнергии.

В общем виде реальный ущерб, который электросетевая компания должна компенсировать потребителю может быть оценен через потери основных фондов, потери товарно-материальных ценностей, потери от уничтожения имущества третьих лиц, затраты на локализацию и ликвидацию аварий, В случае, если потери, полученные в результате повреждения (уничтожения) имущества третьих лиц (ПТрЛиц), компенсируются в

соответствии с Федеральными законами, то в расчетах их принимают равными нулю.

Определено, что помимо реального ущерба, также необходимо учитывать косвенный социально-экологический ущерб. Рассматриваемый косвенный ущерб очень сложно оценить в денежном эквиваленте, тем не менее этот ущерб как последствия реализации имеющихся ESG-рисков должен быть учтен. Отмечено, что понятным представляется оценка его экспертным путем. Данный вид ущерба будет зависеть от множества составляющих, таких как тип отключаемых потребителей, репутация компании, наличие планируемых инвестиционных проектов с поддержкой государства и т.д.

3. Определены подходы для оценки социально-экологического ущерба с учетом наиболее значимых факторов. К окружающей среде относят: загрязнение атмосферного воздуха; водных ресурсов; земельных ресурсов; отрицательное влияние на биоразнообразие. В рамках данных факторов оценивается возможно ли наступление негативных последствий для экологии в результате нарушения электроснабжения потребителя. Взаимоотношение с обществом, предложено оценивать с учетом следующих факторов: нарушение охраны труда и производственной безопасности, причинение опасности для жизни людей; отрицательное влияние на региональное развитие; угроза безопасности государства (нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи); нарушение нормальной жизнедеятельности значительного количества потребителей. В рамках данных факторов эксперт устанавливает насколько нарушение электроснабжения конкретного потребителя негативно влияет на уровень вклада компании в развитие человеческого капитала в регионах присутствия, уровень социальной ответственности компании. К факторам корпоративного управления предложено отнести: отсутствие взаимодействия с заинтересованными сторонами.

Отмечено, что при расчете возможного ущерба от реализации рассматриваемого риска эксперт должен руководствоваться текущей стратегией электросетевой компании и оценивать насколько нарушение электроснабжения каждого конкретного потребителя может повлиять на потребности заинтересованных сторон. В докладе представлена карта взаимного влияния заинтересованных сторон электросетевой компании.

4. Выделено, что оценка значимости потребителей для ранжирования мероприятий по повышению надежности электроснабжения должна проводиться на основании возможного ущерба, как финансового, так и социально-экономического. Для определения значимости потребителя необходимо понимать к каким последствиям приведет нарушение электроснабжения. В связи с недостаточностью имеющихся данных применение аппарата теории вероятности в данном случае представляется не корректным. Недостаток имеющихся данных не позволяет с достаточной степенью уверенности установить адекватность выбранной для описания ситуации вероятностной модели. В реальных условиях прогнозирование

может быть выполнено с помощью экспертных оценок, экспертные оценки различных факторов ущерба будут приведены к единому числовому значению для проведения процедуры ранжирования. Одним из наиболее эффективных подходов в риск-анализе является практическое использование теории обобщенных нечетких чисел (ОНЧ), применяемой, в том числе, для оценки рисков инвестиционных проектов.

В докладе представлен алгоритм оценки последствий электроснабжения с помощью ОНЧ. Разделение потребителей на категории предлагает проводить в зависимости от основного технологического процесса и климатического региона. Рекомендуется использовать следующее представление лингвистических переменных: величина ущерба (крайне низкий, очень низкий, низкий, достаточно низкий, средний, достаточно высокий, высокий, очень высокий, крайне высокий), вероятность реализации фактора риска (крайне низкий, очень низкий, низкий, достаточно низкий, средний, достаточно высокий, высокий, очень высокий, крайне высокий).

Модифицированный качественный анализ риска всех составляющих возможного ущерба представлен при помощи уже сформированных лингвистических формулировок. Основной целью такого анализа является выявление основных факторов ущерба конкретной категории потребителей, вероятности реализации данных факторов и величины каждого фактора. Эксперт выделяет основные виды ущерба, характерные для данной категории потребителей (пример приведен в таблице и оценивает вероятность реализации данного фактора ущерба при нарушении электроснабжения конкретного потребителя и величину возможного ущерба. Результатом анализа будет таблица, включающая возможный ущерб и оценку вероятности реализации риска. В процессе оценки вероятности реализации тех или иных факторов ущерба, эксперт в своих решениях может обладать разной степенью уверенности реализации того или иного фактора, что вводится в модель через соответствующую переменную. Расчет меры сходства переменной риска с каждой из лингвистических

Расчет точного значения риска предложенного алгоритма дает информацию о значимости той или иной категории потребителей в лингвистической форме, при этом необходимо оценить точную величину значимости на основе процедуры дефазификации.

Обозначено, что основное преимущество данной методики заключается в том, что если эксперт не обладает полной уверенностью относительно каких-либо решений, то, у него остается возможность варьирования степени уверенности в различных суждениях, что, естественно, отразится на объективности конечных результатов. Использование данной методики целесообразно в условиях полного (или значительного) отсутствия информации о потребителях, либо невозможности ее обработки в силу огромных трудозатрат.

5. Показан общий вид методики, основанной на определении значимости потребителей на основе сценарного подхода, которая включает выделение категорий потребителей и выделение сценариев развития аварии. Каждому сценарию должна быть сопоставлена вероятность его реализации. В общем случае рассматриваются следующие четыре сценария:

Сценарий 0: Отключение электроэнергии на время работы автоматики.

Сценарий 1 (минимальный): Отключение электроэнергии на время ручного переключения на другие источники питания.

Сценарий 2 (умеренный): Отключение электроэнергии на время выезда ремонтной бригады.

Сценарий 3 (критический): Отключение электроэнергии на время ликвидации аварии и проведения ремонтно-восстановительных работ.

Вычисление экономической составляющей оценки категории производится на основе возможного экономического ущерба. Для систем электроснабжения, объектов тепло-, водоснабжения и водоотведения величина ущерба зависит от протяженности, поэтому масштаб характеризуется эквивалентной протяженностью системы и измеряется в км.

Вычисление социально-экологической составляющей оценки категории производится аналогичным образом. Отличие состоит в том, что возможные социально-экологические последствия при реализации каждого сценария развития аварии оцениваются экспертом в баллах, таким образом, чтобы максимально возможное значение баллов сценария было равно 100.

Формирование перечня потребителей на основе совокупных вычислений балльной оценки категории могут быть объединены в единую таблицу.

Сделан вывод, что ранжирование по интегративному методу и методу ОНЧ дает похожие результаты, несмотря на небольшие отличия ранга в рейтинге, потребители, вошедшие в группу первых, практически совпадают. Однако, более глубокий анализ позволяет сделать следующие выводы: при использовании метода ОНЧ отношения максимального значения показателя «Риск» к минимальному составляет 2.36; при использовании интегративного метода отношения максимальной значимости к минимальной составляет 28.5; при использовании метода ОНЧ в связи с ограниченным количеством лингвистических термов, а также особенностями применения их экспертами в конечном итоге получается достаточно много групп потребителей с одинаковым значением риска, что затрудняет проведение оценки.

6. Представлен алгоритм ранжирования мероприятий, направленных на повышение надежности электроснабжения:

- Формирование общего перечня мероприятий, необходимых к реализации в рамках производственной программы. Общий перечень мероприятий может формироваться на основе зафиксированных дефектов оборудования или отклонений рабочих параметров, на основе разработанных

технических решений с целью повышения надежности энергоснабжения, в рамках проведения корректирующих и предупреждающих действий.

- Определение стоимости реализации каждого мероприятия. Для оценки предполагаемого объема инвестиций в сооружение линий электропередачи и подстанций, как правило, используются укрупненные стоимостные показатели (УСП). Для определения стоимости ремонтных работ можно применять отраслевые единичные расценки, сформированные в базовом уровне по состоянию на дату расчета.

- Определение лимита денежных средств, выделяемых на реализацию производственной программы. Общая стоимость реализации всех мероприятий, как правило, значительно выше лимита, выделяемого в рамках производственной программы, поэтому в его пределах удастся реализовать только часть мероприятий. Для этого необходимо ранжировать мероприятия по приоритетности выполнения.

- Определение влияния реализации мероприятий на конкретных потребителей энергоснабжения. Ответственным этапом ранжирования является установление взаимосвязей между сформированными мероприятиями и потребителями, на которых эти мероприятия окажут влияние. «Необходимо оценить надежность электроснабжения каких потребителей повысится в случае реализации, или наоборот, понизится, в случае если на объектах и оборудовании, ремонтируемом в рамках мероприятия, произойдет аварийная ситуация. При этом, зачастую, одно мероприятие может оказывать влияние одновременно на несколько потребителей».

- Определение приоритетности мероприятий исходя из оценки, полученной с учетом значимости потребителей. К каждому мероприятию относится определенное количество потребителей, с различными оценками значимости. Опытным путем установлено, что наиболее эффективными вариантами ранжирования мероприятий по значимости, являются метод, в котором из нескольких потребителей, относящихся к мероприятию, выбирается один, с максимальным значением значимости, деленным на стоимость реализации мероприятия, и метод сложения балльных значений значимостей потребителей, относящихся к мероприятию, деленным их на стоимость реализации мероприятия.

- Выбор наиболее приоритетных мероприятий из общего перечня, которые можно реализовать в рамках установленного лимита денежных средств посредством определения значимости потребителей

Оценка возможных последствий нарушения электроснабжения сети водоснабжения была произведена на примере объектов нефтегазового сектора. Расчет был произведен для участка сети протяженностью 22 км. Как уже было сказано, материальный ущерб заключается в разрушении элементов сети водоснабжения. Для оценки стоимости восстановления сети водоснабжения



применяется укрупненный расчет на основе удельных показателей, определенных по опыту проведения капитальных ремонтов и нового строительства объектов нефтегазового сектора

Кроме того, проведенный анализ показал актуальность и возможность применимости интегративного алгоритма определения значимости к задаче оптимизации схем эксплуатации энергообъектов, в части выбора места базирования персонала и запаса МТР, выбора очередности реагирования на аварийные события в условиях ограниченности ресурсов. Использование интегративного алгоритма определения значимости предполагает увеличение количества собираемых статистических данных для повышения точности прогнозирования. Также интегративный метод может быть использован региональными органами власти в области государственного регулирования цен (тарифов) для целей выбора инвестиционных программ сетевых организаций, путем оценки инвестиционных программ в части оптимальных результатов обеспечения уровня надежности электроснабжения, при ограничении роста тарифов для конечных потребителей.

**В обсуждении доклада и прениях выступили:**

Мещерякова Т.С., Фоменко Н.М., Сухарева Е.В, Бучнев А.О., Мусаева Д.Э.

**Мещерякова Т.С.** - доцент кафедры Менеджмент и инновации ФГБОУ ВО НИУ МГСУ отметила, что предложенную методологию ранжирования мероприятий необходимо дополнить более подробным описанием критериев для экспертной оценки при определении ранга и задала следующие вопросы:

- При составлении ранга мероприятий предлагается использовать значения 0 и 1, как в этом случае вы делаете выбор внутри портфеля?
- На основании каких критериев происходит определение значимости потребителя?

**Сухарева Е.В.** - профессор кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО НИУ МЭИ подчеркнула значимость работы для электросетевых компаний и задала следующие вопросы:

- Приведите, пожалуйста, обоснование использования бальной шкалы оценок для оценки стоимости мероприятий и присвоения ранга.
- Оцениваете ли вы судебные издержки, которые могут возникнуть, при подачи исковых заявлений потребителями к электросетевой компании, при нарушении качества электроснабжения?

**Фоменко Н.М.** - профессор кафедры Теории менеджмента и бизнес-технологий ФГБОУ ВО РЭУ им. Г.В. Плеханова отметила, что показатели социальной ответственности имеют очень большую роль при реализации задач надёжного электроснабжения и задала следующие вопросы:

- Почему вы проводите оценку ущерба для электросетевой компании, а не потребителя? Как вы считаете при таком подходе к потребителям, не приведет ли это к уходу потребителей от системы центрального электроснабжения.
- Исходя их цели, работа направлена на разработку основ управления надежностью, тема достаточно разработана в научной литературе, уточните в чем новизна предложенных решений?

**Мусаева Д.Э.** - доцент кафедры Экономики в энергетике и промышленности отметила, что применение экспертных методов, для решение таких важных задач как выбор приоритетных мероприятий инвестиционных программ, направленных на обеспечение задач строительства и реконструкции сетевых объектов должен быть более глубоко обоснован и задала следующий вопрос:

- На основании каких критериев происходит выбор экспертов лингвистических переменных?

**Бучнев А.О.** - профессор кафедры Экономики в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО НИУ МЭИ, высказал мнение, что из доклада не очевидно, как предложенную модель ранжирования проектов можно использовать для взаимодействия с государством для обоснования инвестиционных проектов и задал вопрос:


- Как при помощи бальной оценки можно провести обоснования инвестиционных проектов электросетевой компании?

Заслушав выступление экспертов по результатам дискуссии **заседание секции решило:**

1. Одобрить полученные промежуточные результаты исследования и актуальность поставленных задач.
2. Рекомендовать коллективу авторов доработать методологию оценки реального и косвенного социально-экологического ущерба.
3. Рекомендовать коллективу авторов уделить особое внимание взаимному влиянию заинтересованных сторон электросетевой компании и социальной ответственности и доработать систему критериев ранжирования.
4. Рекомендовать коллективу уделить внимание экономической целесообразности распределения выделенных денежных средств, на исполнение мероприятий по обеспечению надежности энергоснабжения потребителей в условиях законодательных ограничений и требований.
5. Рекомендовать коллективу авторов продолжить исследования и разработку в данном направлении с учетом предложений и замечаний, высказанных в процессе обсуждения работы

**С заключительным словом** выступила председатель секции, д.э.н. Сухарева Е.В, в котором отметила, что многие инвестиционные проекты, в том

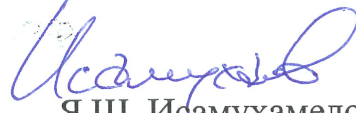
числе направленные на модернизацию и техническое перевооружение электроэнергетических объектов имеют низкие показатели экономической эффективности, так как их первоочерёдной целью является обеспечение показателей надёжности и качества электроснабжения. При существующей системе ранжирования такие проекты будут иметь низкий приоритет по сравнению, например, с проектами нового строительства. Однако, отказ от реализации может привести к авариям наибольших масштабов, характеризующимся значительными финансовыми и социально-экономическими ущербами. Применение экспертных методов для определения значимости мероприятий через оценку ущерба потребителя, может приводить к ситуации, когда с одним мероприятием соотносится большое количество потребителей различной значимости или множество потребителей с одинаково большой значимостью. Для эффективного применения предлагаемого интегративного метода, а также повышения точности прогнозов, необходимо внести изменения в имеющиеся формы статистических наблюдений о нарушениях энергоснабжения потребителей в электросетевых компаниях, определить внутрикорпоративную процедуру идентификации, учета и ранжирования потребителей компании.

  
Первый заместитель Председателя  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС»,  
д.т.н., профессор



В.В. Молодюк

Ученый секретарь  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС»  
к.т.н.



Я.Ш. Исамухамелов

Председатель секции «Экономики,  
управления и подготовки кадров для  
энергетики» НП «НТС ЕЭС», д.э.н.



Е.В. Сухарева

Ученый секретарь секции  
«Экономики, управления и  
подготовки кадров для энергетики»  
НП «НТС ЕЭС», к.э.н.



Д.Э. Мусаева