

## References

1. Melnik V.I. Evolyutsiya sistem zemledeliya – vzglyad v budushchee // Zemledelie. – 2015. – № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-sistem-zemledeliya-vzglyad-v-budushee>.
2. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N., Khramov N.S. Fizicheskaya sushchnost protsessa vzaimodeystviya s pochvoy rabocheho organa s gibkim elementom // Selskoe khozyaystvo. – 2017. – № 3. – S. 33-42. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.3.24563. URL: [http://e-notabene.ru/sh/article\\_24563.html](http://e-notabene.ru/sh/article_24563.html).
3. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Yu.N. Pochvoobrabatyvayushchaya pristavka k zernovoy seyalkе v tekhnologiyakh «No till» // Aekonomika: ekonomika i selskoe khozyaystvo. – 2018. – № 3 (27). URL: <http://aeconomy.ru/science/agro/pochvoobrabatyvayushchaya-pristavka/>.
4. Syromyatnikov Yu.N. Obosnovanie profilya lemekha s napravlyayushchimi diskami pochvoobrabatyvayushchey rykhlytelno-separiruyushchey mashiny // Selskoe khozyaystvo. – 2017. – № 2. – S. 18-29. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.2.23150. URL: [http://e-notabene.ru/sh/article\\_23150.html](http://e-notabene.ru/sh/article_23150.html).
5. Medvedev V.V., Kim V.V., Pashchenko V.F. i dr. Kombinirovannaya mashina dlya obrabotki pochvy i vneseniya organicheskikh udobreniy // A.s. № 1431700. Opubl. 1988. Byulleten № 39.
6. Pashchenko V.F., Kornienko S.I., Khramov N.S. Mashina dlya poverkhnostnoy obrabotki pochvy // Mekhanizatsiya silskogospodarskogo virobnitstva. – 2016. – № 173. – S. 75-82.
7. Shiryaev A.M. Vliyanie mikrorelefa polya na ustoychivost khoda diskovogo soshnika v pochve // Zapiski LSKhI. – 1966. – T. 109. – S. 106-114.
8. Sokolov V.M. Elementy teorii ustoychivosti dvizheniya soshnikov // Traktory i selkhoz mashiny. – 1962. – № 3. – S. 31-34.
9. Vasilenko P.M. K metodike postroeniya raschetnykh modeley funktsionirovaniya mashinnykh agregatov s golonomnymi svyazymi / Nauch. tr. USKhA. – 1979. – Vyp. 224. – S. 9-14.
10. Kolychev E.I., Pereltsvayg I.M. O vybore raschetnogo sluchaya vozdeystviya pri issledovanii plavnosti khoda traktorov i selskokhozyaystvennykh mashin // Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny. – 1996. – № 3. – S. 9-11.



УДК 338.465

**А.В. Тиньяев, А.А. Шевченко**  
A.V. Tingayev, A.A. Shevchenko

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТЯЖЕННОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

**OPTIMIZATION OF POWER TRANSMISSION LINE LENGTH WHEN CONNECTING AGRICULTURAL ELECTRICAL  
USERS BY USING WEB TECHNOLOGIES**

**Ключевые слова:** Web-технология, электрические сети, оптимизация, геоинформационная система, навигационная система.

Постоянный рост производственных мощностей и числа абонентов приводит к увеличению объемов передаваемой мощности, что, в свою очередь, ведет к потребности в увеличении протяженности электрических сетей всех классов напряжения и постройке новых или реконструкции уже имеющихся подстанций. При проектировании новых

сетей применяются законодательные материалы, стандарты организаций, электронные карты различных видов (топографическая, кадастровая), а также выезд на место проектировщиком. При выборе наиболее оптимального варианта исполнения сети рассматриваются такие критерии, как бесперебойность, качество электрической энергии, стоимость постройки. Снижение потерь электроэнергии в линиях электропередач за счет оптимизации протяженности позволит обеспечить надежное и экономичное электроснабжение сельскохозяйственных потребителей.

Окно разработанной технологии состоит из четырех вкладок: «Трансформаторная подстанция», «Опора №1», «Опора №2», «Добавить опору». По географическим координатам происходит расчет протяженности участков между опорами. Возможна привязка полученных при проектировании координат к реальным опорам. При выезде на местность определение местоположения будущей опоры происходит с помощью навигационной системы ГЛОНАСС или GPS.

**Keywords:** *web-technologies, electrical networks, optimization, geographic information system, navigation system.*

The constant growth of production capacity and the number of customers leads to increased amount of transmitted electrical power which in turn leads to the need to increase the

length of electrical networks of all voltage classes and the construction of new or reconstruction of existing substations. When designing new networks, legislative materials, standards of organizations, electronic maps of various types (topographic, cadastral), as well as designer field visits are used. When choosing the most optimal variant of a network, the following criteria are considered: continuity, quality of electrical power, and the cost of construction. Optimization of networks when connecting to distribution companies is a topical task. The window of the developed service consists of four tabs: "Transforming sub-station", "Tower 1", "Tower 2", "Add tower". Geographical coordinates are used to calculate the length of sections between towers. It is possible to bind the coordinates obtained in the design to the real towers. When making field visits, the location of a future tower is determined by using the navigation systems GLONASS or GPS.

**Тингаев Анатолий Владимирович**, д.т.н., доцент, зав. каф. информационных технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-05. E-mail: shevchenko\_33@mail.ru.

**Шевченко Александр Андреевич**, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: shevchenko\_33@mail.ru.

**Tingayev Anatoliy Vladimirovich**, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Information Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-05. E-mail: shevchenko\_33@mail.ru.

**Shevchenko Aleksandr Andreyevich**, Altai State Agricultural University. E-mail: shevchenko\_33@mail.ru.

## Введение

Постоянный рост производственных мощностей и числа абонентов приводит к увеличению объемов передаваемой мощности, что, в свою очередь, ведет к потребности в увеличении протяженности электрических сетей всех классов напряжения и постройке новых или реконструкции уже имеющихся подстанций [1]. При проектировании новых сетей применяются законодательные материалы, стандарты организаций, электронные карты различных видов (топографическая, кадастровая), а также выезд на место проектировщиком. При выборе наиболее оптимального варианта исполнения сети при подключении сельскохозяйственных предприятий, предприятий агропромышленного комплекса и сельских населенных пунктов рассматриваются такие критерии, как бесперебойность, качество электрической энергии, стоимость постройки. Снижение потерь электроэнергии в линиях электропередач за счет оптимизации протяженности позволит обеспечить надежное и экономичное электроснабжение сельскохозяйственных потребителей, что является актуальной задачей [2, 3].

**Цель** исследования – оптимизация протяженности электрических сетей при подключении новых сельскохозяйственных потребителей с использованием web-технологии и геоинформационных систем.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучение особенностей работы с сельскохозяйственными потребителями в энергетике;
- разработка Web-технологии, позволяющей провести оптимизацию сетей компании при подключении.

## Объекты и методы

Объектом исследования является организация проектирования электрических сетей при подключении новых абонентов.

В работе использовались методы и приемы моделирования, разработки и реализации процедур обработки данных.

## Результаты и их обсуждение

Любые юридические и физические лица имеют право на технологическое присоединение своих энергопринимающих устройств (энергетических установок) к электрическим сетям при наличии

технической возможности для этого и соблюдении ими установленных правил такого присоединения. Отказ в технологическом присоединении при выполнении такими лицами указанных условий не допускается [4].

Мероприятия по технологическому присоединению (рис. 1): подача заявки, подготовка, выдача сетевой организацией технических условий, разработка сетевой организацией проектной документации, разработка заявителем проектной документации, выполнение технических условий заявителем и сетевой организацией, проверка сетевой организацией выполнения заявителем технических условий, обследование присоединяемых энергопринимающих устройств должностным лицом федерального органа исполнительной власти по технологическому надзору при участии сетевой организации и собственника таких устройств, осуществление сетевой организацией фактического присоединения объектов заявителя к электрическим сетям и включение коммутационного аппарата [5-9].

Для оптимизации протяженности сетей разработано окно Web-технология (рис. 2).

Главное окно Web-технологии состоит из четырех вкладок: «Трансформаторная подстанция», «Опора №1», «Опора №2», «Добавить опору».

При составлении проектов по строительству воздушных линий и трансформаторных подстанций конечным потребителям при помощи сервисов Google, Yandex, либо, непосредственно, с выездом на место, производится определение географических координат будущих опор воздушной линии электропередачи и трансформаторной подстанции. Возможна привязка полученных при проектировании координат к реальным опорам. При выезде на местность с помощью навигационных систем ГЛОНАСС и GPS будет возможно определить точное местоположение будущей опоры. Данные координаты заносятся в специализированные поля для ввода, происходит расчет длины линии. Получив исходные данные (количество опор, общую длину линии), в дальнейшем производится расчет стоимости материалов.

Web-технология должна быть расположена как на официальном сайте компании, так и установлена на компьютеры сотрудников. Данное решение позволит пользоваться технологией не только специалистам компании, но и обычным потребителям, которые планируют построить воздушную линию электропередачи себе сами или при помощи подрядных организаций.

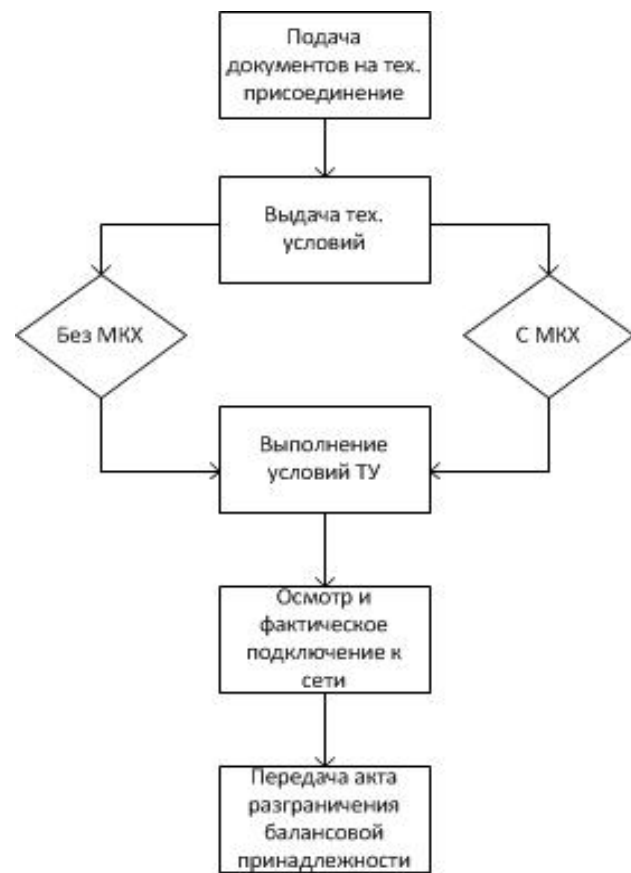


Рис. 1. Мероприятия по подключению

После внедрения Web-технологии схема подключения к электрической сети для абонентов, которые станут самостоятельно строить линию электропередачи, будет следующей: сельскохозяйственный потребитель через сервисы Google, Yandex определяет координаты опор своей будущей линии электропередачи, затем заходит на официальный сайт энергетической компании и использует сервис. Потребитель будет иметь возможность выбора сети наименьшей протяженности. После постройки линии потребитель делает заявку на подключение вновь смонтированной отпайки в обычном порядке.

Рис. 2. Окно Web-технология

Выгода от предложенной Web-технологии, кроме снижения потерь электроэнергии, будет следующей: в среднем, для проектирования линии электропередачи 0,4-10 кВ длиной до 2 км требуется около 20 дней, из них на выбор расположения трассы воздушной линии уходит до 4 дней. Остальное время обычно уходит на согласование проекта другими организациями и его утверждение руководством. Предложенная технология поможет сократить время выбора расположения трассы воздушной линии до 2 дней. Общее время проектирования составит 18 дней, что позволит быстрее передать проект для реализации строительно-монтажному подразделению.

Постройка воздушной линии 0,4-10 кВ длиной 2 км в среднем занимает 6 дней. При этом один день уходит на разметку будущей трассы воздушной линии. Привязка координат проектируемой линии на реальной местности позволит свести к минимуму операции по разметке и начинать строительство практически сразу после выезда подразделения на местность, что сэкономит один день при строительстве объекта энергетики.

В качестве примера рассматривается строительство линии электропередачи 0,4 кВ длиной 2 км, обеспечивающей электрической энергией

населенный пункт в сельской местности, состоящий из 40 домов мощностью 15 кВт каждый.

Общая мощность электроприемников:

$$\text{Мощность} = 40 \cdot 15 = 600 \text{ кВт ч.}$$

Потребляемая мощность населенным пунктом за 24 ч:

$$\text{Мощность} = 600 \cdot 24 = 14400 \text{ кВт ч.}$$

Общее количество времени, затрачиваемое на строительство линии электропередачи без применения разработок, будет равно:

$$\text{Время} = 20 + 6 = 26 \text{ дней.}$$

Общее количество времени, затрачиваемое на строительство линии электропередачи с применением разработок, будет равняться:

$$\text{Время} = 18 + 5 = 23 \text{ дня.}$$

Исходя из полученных данных, разница в постройке без применения и с применением предложенных решений составляет 3 дня.

Количество электрической энергии, потребляемое данным населенным пунктом за 3 дня, будет равно:

$$\text{Мощность} = 14400 \cdot 3 = 43200 \text{ кВт ч.}$$

Стоимость 1 кВт ч для потребителей в сельской местности Алтайского края составляет 2,99 руб. Тогда выгода, полученная в результате

использования разработок, позволивших возвести линию электропередачи на 3 дня раньше, будет равняться:

$$\text{Прибыль} = 43200 \cdot 2,99 = 129168 \text{ руб.}$$

### Заключение

Таким образом, использование Web-технологии позволит снизить потери электроэнергии в линиях электропередач за счет оптимизации протяженности и повысить прибыль энергокомпаний.

### Библиографический список

1. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года // Аналитический центр при Правительстве РФ – Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – URL: <https://www.eriras.ru/> (дата обращения: 10.09.2017).

2. Girbau-LListuella F., Diaz-Gonzalez F., Sumper A. Optimization of the Operation of Smart Rural Grids through a Novel Energy Management System // *Energies* 2018, 11, 9. Available online: <http://www.mdpi.com/1996-1073/11/1/9/pdf> (accessed on 10 April 2018).

3. Optimization Applications in the Energy and Power Industries. Available online: [http://home.eng.iastate.edu/~jdm/ee458\\_2011/ArticleBloomIBM.pdf](http://home.eng.iastate.edu/~jdm/ee458_2011/ArticleBloomIBM.pdf) (accessed on 10 April 2018).

4. Федеральный закон N 35-ФЗ "Об электроэнергетике" от 26.03.2003 (ред. от 29.12.2017).

5. Об утверждении правил не дискриминированного доступа к услугам по передаче электрической энергии: постановление Правительства Рос. Федерации от 27 декабря 2004 г. N 861// ГАРАНТ-ЭКСПЕРТ – Версия от 30.01.2012. – Электрон. дан. – М., 2002.

6. Об утверждении Методических указаний по определению размера платы за технологическое присоединение к электрическим сетям: Приказ Федеральной службы по тарифам Рос. Федерации от 15 февраля 2005 года N 22-Э/5// ГАРАНТ-ЭКСПЕРТ – Версия от 30.01.2012. – Электрон. дан. – М., 2002.

7. Об утверждении Методических указаний по определению размера платы за технологическое присоединение к электрическим сетям: Приказ

Федеральной службы по тарифам Рос. Федерации от 15 февраля 2005 года N 22-Э/5// ГАРАНТ-ЭКСПЕРТ.

8. Перечень документации, необходимой для заключения договора энергоснабжения гражданами – потребителями для бытовых нужд // Официальный сайт Алтайэнергосбыт – Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – URL: [https://www.altaiensb.com/for\\_people/work\\_to\\_people/list-of-documents-necessary-for-the-conclusion-of-the-contract-of-energy-supply-the-citizens-consumer/?clear\\_cache=Y](https://www.altaiensb.com/for_people/work_to_people/list-of-documents-necessary-for-the-conclusion-of-the-contract-of-energy-supply-the-citizens-consumer/?clear_cache=Y) (дата обращения: 14.09.2017).

9. Порядок выполнения мероприятий, связанных с присоединением к сетям [Электронный ресурс] // Официальный сайт Алтайэнерго.– Электрон. дан. – [Б. м.], 2017. – URL: [http://www.mrsk-sib.ru/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=1056&Itemid=2401&lang=ru22](http://www.mrsk-sib.ru/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1056&Itemid=2401&lang=ru22) (дата обращения: 10.09.2017).

### References

1. Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii do 2040 goda [Elektronnyy resurs] // Analiticheskiy tsentr pri Pravitelstve RF – Elektron. dan. – [B. m.], 2017. – URL: <https://www.eriras.ru/> (data obrashcheniya: 10.09.2017).

2. Girbau-LListuella F., Diaz-Gonzalez F., Sumper A. Optimization of the Operation of Smart Rural Grids through a Novel Energy Management System // *Energies* 2018, 11, 9. Available online: <http://www.mdpi.com/1996-1073/11/1/9/pdf> (accessed on 10 April 2018).

3. Optimization Applications in the Energy and Power Industries. Available online: [http://home.eng.iastate.edu/~jdm/ee458\\_2011/ArticleBloomIBM.pdf](http://home.eng.iastate.edu/~jdm/ee458_2011/ArticleBloomIBM.pdf) (accessed on 10 April 2018).

4. Federalnyy zakon N 35-FZ "Ob elektroenergetike" ot 26.03.2003 (red. ot 29.12.2017).

5. Ob utverzhdenii pravil ne diskriminirovannogo dostupa k uslugam po peredache elektricheskoy energii [Elektronnyy resurs]: postanovlenie Pravitelstva Ros. Federatsii ot 27 dekabrya 2004 g. N 861 // GARANT-EKSPERT – Versiya ot 30.01.2012. – Elektron. dan. – M., 2002.

6. Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po opredeleniyu razmera platy za tekhnologicheskoe



prisoedinenie k elektricheskim setyam [Elektronnyy resurs]: Prikaz Federalnoy sluzhby po tarifam Ros. Federatsii ot 15 fevralya 2005 goda N 22-E/5 // GARANT-EKSPERT – Versiya ot 30.01.2012. – Elektron. dan. – M., 2002.

7. Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po opredeleniyu razmera platy za tekhnologicheskoe prisoedinenie k elektricheskim setyam [Elektronnyy resurs]: Prikaz Federalnoy sluzhby po tarifam Ros. Federatsii ot 15 fevralya 2005 goda N 22-E/5 // GARANT-EKSPERT.

8. Perechen dokumentatsii, neobkhodimoy dlya zaklyucheniya dogovora energosnabzheniya grazhdanami – potrebitelyami dlya bytovykh nuzhd

[Elektronnyy resurs] // Ofitsialnyy sayt Altayenergobyt – Elektron. dan. – [B. m.], 2017. – URL: [https://www.altaiensb.com/for\\_people/work\\_to\\_people/list-of-documents-necessary-for-the-conclusion-of-the-contract-of-energy-supply-the-citizens-consume/?clear\\_cache=Y](https://www.altaiensb.com/for_people/work_to_people/list-of-documents-necessary-for-the-conclusion-of-the-contract-of-energy-supply-the-citizens-consume/?clear_cache=Y) (data obrashcheniya: 14.09.2017).

9. Poryadok vypolneniya meropriyatiy, svyazannykh s prisoedineniem k setyam [Elektronnyy resurs] // Ofitsialnyy sayt Altayenergo – Elektron. dan. – [B. m.], 2017. – URL: [http://www.mrsk-sib.ru/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=1056&Itemid=2401&lang=ru22](http://www.mrsk-sib.ru/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1056&Itemid=2401&lang=ru22) (data obrashcheniya: 10.09.2017).

