

sifatga, kam vaqt sarflab, ko‘p ish unumiga erishish mumkinligi isbotlandi Oldingi Excel dasturidagi bajarilgan tahlillar bilan farqi ArcGIS dasturi vektorli qatlamli bazalar bilan ishlashga mo‘ljallangan va vizuallashtirish imkoniyati mavjud.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati**

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2005 yil 16 fevraldagi 66-sonli “Davlat kadastrlari yagona tizimini yaratish va yuritish tartibi to‘g‘risidagi Nizom”ni tasdiqlash haqidagi Qarori. T.: 2005 ( muvofiq O‘zbekiston Respublikasi Yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastr davlat qo‘mitasi 08.10.2014 yildagi 2618-sonli qarori)

2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 22 iyundagi 389-son qarori

3. Yunusov B.M., Inamov A.N., Yer monitoringini olib borishda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash// davlat kadastrlari tizimini takomillashtirishda ilm-fan va innovatsion yutuqlarni amaliyotga joriy etishning dolzarb muammolari mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy online konferentsiya. - samarqand 2021. 435-441-b.

4. Sobiq “Davergeodezkadastr” 4-8-28 Buyuruq 42-03

5. Yunusov B.M., Kuriyazov R.R., GAT dasturiy taminotida yerdan foydalanuvchilar ma‘lumotlarni geovizuallashtirish.// Central Asian academic journal of scientific research.

#### **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В АСПЕКТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

**Юнусов Р.Ф., Байзаков Т.М., Юсупов Ш.Б., Эсанов Ж.А., Шоазизов Н.Н.**  
- НИУ «ТИИИМСХ»

**Аннотация.** Показана рациональность использования ГИС-технологий в электроэнергетических системах. Приведены проблемы, задачи и обозначены пути взаимосвязанного развития ГИС-технологий и электроэнергетики. Обосновано использование ресурсосберегающих без механических передач электроприводов с линейным асинхронным двигателем технологического оборудования ГИС-технологий. Приведена упрощённая методика расчёта линейного асинхронного двигателя.

**Ключевые слова:** Электроэнергетика, ГИС, технология, электропривод, линейный асинхронный двигатель, расчётная методика.

ГИС – позволяет картировать объекты окружающего мира, а затем анализировать их по многим необходимым параметрам, визуализировать их и

на основе этих данных прогнозировать самые различные события и явления. Столь мощная технология позволяет решать при помощи ГИС огромное количество задач, как глобальных, так и частных. ГИС-технологии находят широкое применение в самых различных областях деятельности, в т.ч. электроэнергетике. База данных ГИС весьма обширна и полезна во многих сферах деятельности производств, даёт возможности для четкого планирования работы: проектирования, монтажа, эксплуатации и управления [1].

Электроэнергетика – система производства, передачи, распределения, учёта продажи и рационального использования потребителями электрической энергии. Она подвержена постоянному воздействию разнообразных факторов и находится в динамичном развитии. Электроэнергетика Узбекистана по праву относится к числу базовых отраслей экономики республики. Обладая значительным производственным и научно-техническим потенциалом, оказывает весомое воздействие на развитие экономики и благосостояние народа страны.

В положениях о технической политике АО «Узбекэнерго» в числе приоритетных обозначена работа по созданию современных технических средств диагностики с целью предупреждения, эксплуатации, ремонта, мониторинга объектов передачи и преобразования электроэнергии, автоматизации систем контроля и учёта, а также рационального её использования. Приоритетным направлением выделено создание перспективных комплексных технологий АСУ и пилотное внедрение проектов [2].

Электроэнергетика представляет, с одной стороны, социально-экономическую систему, с другой - социотехническую. Информация в управлении электроэнергетикой играет такую же важную роль, что и в других социально-экономических системах. Как социотехническая система электроэнергетика в сравнении с другими отраслями имеет ряд специфических особенностей, которые влияют на состав, представление и использование информации. Важное значение в электроэнергетике имеет достоверность информации о потреблении электрической энергии, электрических нагрузках, качестве электроэнергии, надёжности электроснабжения, фактическом состоянии схем электрических сетей и оборудования, так как это необходимо субъектам управления для принятия решений по обеспечению электроснабжения объектов, потребляющих электрическую энергию. Общая характеристика распределительных электрических сетей республики: общая протяженность электрических сетей

(кабельные, воздушные линии, воздушные линии наружного освещения) напряжением 0,4–110 кВ в городах и сельской местности составляет около 300 тыс. км.; напряжением 220-500 кВ – около 9 тыс. км. Отсутствие информации (например, тех или иных электрических схем, сведений по загрузке оборудования и т.д.) или её недостоверность могут привести к принятию неправильных решений с тяжелыми последствиями как для организации, так и для потребителей электроэнергии. При этом следует учитывать важность нормативно-справочной и оперативной информации. Требования по их составу и ведению изложены в Правилах эксплуатации и других нормативно-технических документах. При оперативно-диспетчерском управлении электроустановками по ряду параметров важна непрерывность информации, т.е. непрерывные сообщения о состоянии работы электроустановок (например, по загрузке генераторов электростанций, трансформаторов и т.д.) [2-4].

**Реализация ГИС-технологий в электроэнергетике.** В электроэнергетике (при проектировании, эксплуатации, техническом сервисе, особенно в специфичных условиях хозяйств и производств Агропромышленного комплекса) находят широкое применение геоинформационные системы (ГИС) и созданные на их основе геоинформационные технологии (ГИС-технологии), которые используются по всей технологической и управленческой сети [3-6]. Это автоматизированные системы управления технологическими процессами на электростанциях (АСУТП), автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ), автоматизированные системы контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ), автоматизированные системы организационно-экономического управления (АСОУ). Все эти системы вначале возникают как децентрализованные, а затем постепенно централизуются в зависимости от потребностей в управлении соответствующими процессами [3-7]. Благодаря комплекса возможностей с базовым прикладным программным обеспечением ГИС уже сегодня позволяют на единой информационно-топографической основе объединить всё многообразие разнородных по форме и содержанию пространственно-распределённых данных и решать значительное число конкретных практических задач по: оптимальному перспективному развитию, планированию и проектированию объектов предприятий на территории области, района, города, населённого пункта; совершенствованию учёта, рациональному использованию зданий и сооружений предприятий, анализу их технического состояния; получению достоверной информации о местоположении и эксплуатации инженерных сетей, в том числе электрических; взиманию платежей за произведенную продукцию и оплате за

использование природных ресурсов; сбору и анализу пространственной информации для оптимизации оперативного обслуживания рассредоточенных по территории объектов предприятия, ликвидации аварий и др.

Опыт использования ГИС в качестве информационно-справочных систем в электрических сетях показал безусловную полезность и эффективность такого использования для: паспортизации оборудования сетей с их привязкой к цифровой карте местности и различным электрическим схемам: нормальной оперативной, расчётной и др.; учёта и анализа технического состояния электротехнического оборудования: линий, трансформаторов, потребителей и др.; учёта и анализа платежей за потреблённую электроэнергию; позиционирования и отображения на цифровой карте места нахождения оперативно-выездных бригад и др.

Ещё большие перспективы открываются в применении ГИС-технологий при решении задач: оптимального планирования развития и проектирования; ремонтного и эксплуатационного обслуживания электрических сетей с учётом особенностей рельефа местности; оперативного управления сетями и ликвидацией аварий с учётом пространственной, тематической и оперативной информации о состоянии сетевых объектов и их режимах работы. Для этого уже сегодня необходима информационная и функциональная увязка ГИС, технологических программных комплексов АСУ электрических сетей, экспертных систем и баз знаний по решению перечисленных задач.

Цель статьи – рассмотреть основные из перечисленных вопросов и наметить пути взаимосвязи ГИС-технологий и электроэнергетических систем.

Из отмеченных в [3-7] технических, социальных, административных, юридических и экономических требований следует, что геоподоснова для электроэнергетических систем должна создаваться компетентным, квалифицированным персоналом, имеющим соответствующие полномочия и оборудование, а последующее ее практическое использование не должно нарушать правил, установленных действующим законодательством. Эти правила применительно к данному электросетевому предприятию (компании) должны конкретизироваться в соответствующих приказах дирекции предприятия (компании), должностных инструкциях персонала, правилах организации баз данных, их защиты и доступа к ним.

Очевидно, что учёт тех или иных особенностей и проблем использования ГИС-технологий в электроэнергетических системах самым непосредственным образом зависит от решаемых с помощью ГИС задач.

**Задачи взаимного использования ГИС-технологий и электроэнергетических систем.** Анализ тенденций развития и опыта

применения ГИС-технологий в электрических сетях зарубежных и отечественных электроэнергетических предприятий показывает, что на сегодняшний день классические ГИС не могут решить весь объём задач, возникающих в процессе управления электрическими сетями [3-5]. Необходим определенный переходный период, в течение которого должны сосуществовать как традиционные методы и программы расчёта и отображения электрических сетей, так и новые приспособленные ГИС-технологии. При этом, однако, следует иметь в виду, что прежде чем начинать трудоёмкий и достаточно дорогостоящий процесс ввода графической и тематической информации по электрическим сетям с помощью какого-либо ГИС-инструментария, желательно четко представлять, как эта информация в дальнейшем будет использоваться, какие конкретные задачи будут решаться с её помощью или во взаимодействии с ГИС.

Укрупненно эти задачи можно разбить на следующие большие группы, представленные в порядке их поэтапного развития: информационно-справочные; расчётно-аналитические; оперативно-управленческие; аппаратно-технологические.

К аппаратно-технологическим задачам относится разработка ГИС-инструментария – измерительно-технологического оборудования. Для технологического оборудования ГИС-технологий рациональным образом подходят линейные асинхронные электродвигатели (рис.1) непосредственного привода [8-10].

#### **Описание методики расчёта линейного асинхронного двигателя.**

Современная практика проектирования электрических машин предполагает использование на разных стадиях проектирования математических моделей различной степени сложности. В инженерной практике важное значение имеют упрощенные, приближённые методики, которые позволяют с малыми затратами времени и средств производить прикидочные расчёты при проектировании опытных образцов машин. В основу упрощённой методики положен метод приближённых аналогов, сущность которого заключается в том, что вместо реального линейного асинхронного двигателя (ЛАД) исследуется его круговой аналог, а влияние особенностей реальной конструкции учитывается введением в результаты поправочных коэффициентов. Более простые модели, облегчающие многовариантные расчёты, применяются при оптимизации машин. В дальнейшем при поверочных расчётах для уточнения параметров используются сложные математические модели, позволяющие учесть реальные условия работы активных частей машины в различных режимах.

Заданные величины: напряжение  $U_{ном}$  и частота  $f_1$  сети, скорость перемещения подвижной части  $v_2$  и тяговое усилие  $F$ , минимальный воздушный зазор  $\delta$  предполагаемые схема соединения обмоток и конструкция вторичного элемента.

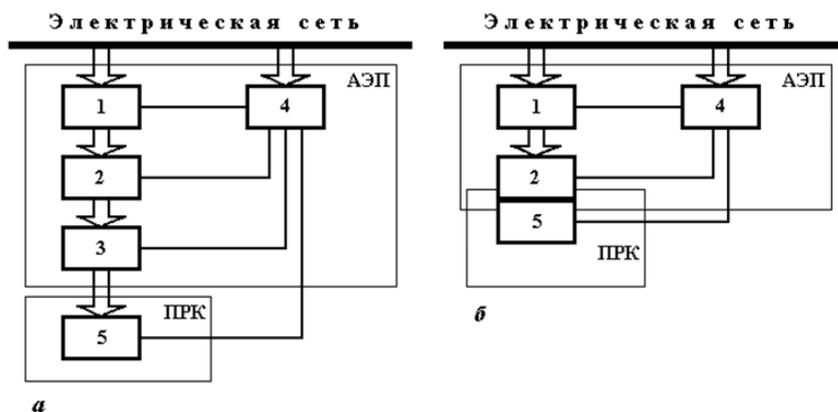


Рис. 1. Структурные схемы традиционного (а) и линейного асинхронного (б) автоматизированных электроприводов (АЭП): ПРК – производственная рабочая конструкция; 1 - преобразовательное устройство; 2 - электродвигательное устройство; 3 – переда-точное устройство; 4 - управляющее устройство; 5 - кормораздаточная платформа.

Величины, выбираемые из конструктивных и технологических соображений, либо варьируемые в ходе оптимизационных расчетов: ширина магнитопровода  $2b$ ; полюсное деление  $\tau$ , зубцовое деление  $t_{z1}$ ; число пазов на полюс и фазу  $q$ ; размеры зубцовой зоны индуктора  $b_{п1}, h_{п1}, b_{z1}$ ; коэффициенты, определяющие геометрию зубцовой зоны индуктора  $k_{11}=h_{п1}/b_{п1}, k_{12}=b_{п1}/t_{z1}$ ; синхронная скорость двигателя  $v=2\tau f$ ; скольжение  $s$ ; коэффициент заполнения пакета магнитопровода сталью  $k_c$ ; коэффициент заполнения паза медью  $k_{з.м}$ ; обмоточный коэффициент  $k_{об}=k_y k_p$ ; коэффициент насыщения магнитной цепи (предварительно)  $k_\mu$ .

Ниже приведены расчётные величины, проводимые на основании заданных величин.

Эквивалентный зазор (здесь и далее для ЛАД с высокопроводящим немагнитным вторичным элементом):

$$\delta_s = k'_s k''_s \delta . \quad (1)$$

Для предполагаемой конструкции вторичного элемента по нижеследующим выражениям [7] рассчитывается электромагнитная добротность  $\varepsilon$

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 \gamma_2 k_q s \omega_1 \tau^2 \Delta}{\pi^2 k_\delta k_\mu \delta} = \varepsilon_0 s, \quad (2)$$

где  $k_q$  – коэффициент, учитывающий поперечный краевой эффект;  
 $\varepsilon_0$  – магнитное число Рейнольдса (электромагнитная добротность) при скольжении  $s = I$ .

Относительный ток намагничивания

$$I_{m*} = \frac{1}{\cos \psi_2 \sqrt{1 + (\varepsilon + \operatorname{tg} \psi_2)^2}}. \quad (3)$$

Для стального вторичного элемента ток  $I_{m*}$  находится на основании [8-10] после определения линейной токовой нагрузки  $A_1$ . Далее определяются электромагнитные нагрузки.

В зависимости от принятого класса нагревостойкости изоляции и предполагаемой продолжительности включения ЛАД по рекомендациями [10] выбираем фактор нагрева  $A_1 j$ .

Линейная токовая нагрузка индуктора

$$A_1 = k_{12} \sqrt{A_{1j} k_{3,m} k_{11} t_{z1}}. \quad (4)$$

Индукция магнитного поля в воздушном зазоре:

$$B_\delta = 5,62 \cdot 10^{-7} \frac{k_{06} \tau A_1 I_{m*}}{k_\mu \delta_3}. \quad (5)$$

Максимальная индукция в основании зубца (для прямоугольного паза):

$$B_{zmax} = \frac{B_\delta k_n}{k_c (1 - k_{12})} \left( \frac{1,05 k_{11} \delta_3}{k_{06} \tau I_{m*}} + 1 \right). \quad (6)$$

При необходимости корректируются коэффициенты  $k_{11}$ ,  $k_{12}$  или  $A_1 j$  [10]. На следующем этапе проектирования определяются тяговое усилие и мощность двигателя.

Тяговое усилие на пару полюсов

$$F_{2\tau} = \frac{3,15}{\mu_0} B_\delta^2 2b k_\mu \delta_3 \varepsilon \cos^2 \psi_2. \quad (7)$$

Число пар полюсов индуктора ЛАД

$$p' = F / F_\tau. \quad (8)$$

После определения числа пар полюсов можно учесть влияние предельных краевых эффектов. Коэффициенты  $k_F$ ,  $k_P$ ,  $k_\eta$  находятся по [8-10].

Уточнение числа пар полюсов

$$p = F / (F_{2\tau} k_F). \quad (9)$$

Механическая мощность ЛАД

$$P_m = \frac{6,3}{\mu_0} B_{\delta 1}^2 2b f_1 k_\mu \delta_3 p \varepsilon \cos^2 \psi_2 (1 - s) k_F. \quad (10)$$

ЛАД относятся к специальным электрическим машинам, их разработка и производство производится сравнительно небольшими сериями. Поэтому вместо обобщенных показателей удобнее применять частные критерии оптимальности, отражающие лишь наиболее характерные требования к линейному электроприводу, например: произведение к.п.д. на коэффициент мощности, отношение мощности двигателя к площади активной поверхности (удельная мощность), отношение мощности к массе двигателя (или индуктора), или аналогичные им показатели «сила-мощность», удельное усилие, «сила-масса» и т.д.

Удельное тяговое усилие

$$F_{уд.} = \frac{1,58}{\mu_0 \tau} B_{\delta}^2 k_{\mu} \delta_3 \varepsilon \cos^2 \psi_2 k_F . \quad (11)$$

Отношение тягового усилия к массе активных материалов

$$F_G = \frac{F_{2\tau} k_F}{2\tau [k_{12} h_n k_{3,m} g_m (2b + k_{106} \tau) + 2b g_c (h_a + h_n (1 - k_{12}))]} . \quad (12)$$

Коэффициент ЭДС:

$$k_E = \frac{1}{\cos \psi_2} \sqrt{\frac{1 + (\varepsilon + \operatorname{tg} \psi_2)^2}{[1 + \operatorname{tg}^2 \psi_2 + \varepsilon \operatorname{tg} \psi_2 + x_{1*}]^2 + [\varepsilon + r_{1*} (\varepsilon + \operatorname{tg} \psi_2)^2 + r_{1*}]^2}} . \quad (13)$$

Энергетический фактор

$$\eta \cos \varphi = \frac{k_E \varepsilon \cos \psi_2 (1 - s) k_{\eta}}{\sqrt{1 + (\varepsilon + \operatorname{tg} \psi_2)^2}} . \quad (14)$$

Расчёт обмоточных данных индуктора ЛАД производится известными методами [8-10].

По окончании предварительных расчетов уточнение характеристик и показателей ЛАД, а в ряде случаев и корректировку некоторых их параметров можно проводить по более сложным математическим моделям, позволяющим учесть как конструктивные особенности ЛАД, так и особенности режимов их работы.

Для поверочного расчёта многополюсных ЛАД, в которых влияние продольных краевых эффектов невелико, рациональным может оказаться описанный в [10] метод аналогового моделирования. При этом появляется возможность анализировать характеристики ЛАД со сложным вторичным элементом, уточнять размеры зубцовой зоны индуктора при различной конфигурации паза, исследовать двигатели нетрадиционных конструкций, в том числе с измельченной зубцово-пазовой структурой, с магнитопроводами, полученными по безотходной технологии и т.п.

Наибольшими возможностями при анализе характеристик ЛАД обладает метод, использующий развёрнутые схемы замещения электрических и магнитных цепей, позволяющих рассчитывать двигатели при произвольной схеме обмоток индуктора и различных схемах питания (например, двутокового или питания от тиристорного преобразователя) с учётом дискретности вторичного элемента, в том числе в нестационарных режимах работы [10].

Известно, что выбор той или иной расчётной методики часто ограничивается возможностями вычислительной техники. Предлагаемый выше метод расчёта ЛАД в этом плане выгодно отличается от других, поскольку позволяет менять степень дискретизации математической модели, а значит, изменять трудоёмкость расчётов.

**Выводы.**

1. Применение ГИС-технологий – одно из важнейших перспективных направлений повышения эффективности АСУ электроэнергетических систем.

2. Внедрение ГИС в практику эксплуатации электроэнергетических систем должно осуществляться с учётом ряда особенностей их моделирования как объекта управления.

3. Принятию решения энергокомпанией по трудоёмкому и дорогостоящему процессу ввода графической и тематической информации по электрическим сетям и цифровым картам с помощью какого-либо ГИС-инструментария должен предшествовать достаточно подробный анализ.

4. На основании ТЭО и ТЗ должен быть разработан технический проект на создание и развитие графической и тематической баз данных и внедрение ГИС для решения технологических задач. При этом наиболее целесообразным является поэтапный процесс внедрения ГИС-технологий: от информационно-справочных задач к расчётно-аналитическим, от расчётно-аналитических к оперативно-управленческим с последующим их комплексным решением.

5. Эффективность внедрения и использования ГИС-технологий в АСУ электроэнергетических систем зависит от рационального электропривода технологического оборудования.

#### **Использованная литература**

1. [www.ssa.ru/artides/entry/4397bc65d](http://www.ssa.ru/artides/entry/4397bc65d) – Что такое ГИС-технологии.
2. АО Узбекэнерго. Информационное издание. – Т., 44 с.
3. Воротницкий В.Э., Моржин Ю.И. О концепции и практике использования геоинформационных технологий в электрических сетях. – Электрические станции, 2014, №8, с. 68-75.

4. Ярош В.А. Разработка и применение геоинформационных технологий в распределительных электрических сетях. – Автореф дисс. ... к.т.н. – Ставрополь: С-КГТУ, 2016. – 18 с.
5. Батырова, А.М. Применение географических информационных систем в сфере АПК [Электронный ресурс] / А.М. Батырова, Т.Б. Жеруков. – Режим доступа: <http://novainfo.ru/article/8683>.
6. Езиев, М.И. ГИС-технологии – эффективное решение некоторых проблем народного хозяйства [Электронный ресурс] / М.И. Езиев, Жеруков Т.Б. – Режим доступа: <http://novainfo.ru/article/8548>.
7. Тихоненко Д.В., Шамлицкий Я.И. Современные информационные технологии и системы : Учеб. Пособие. – Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2014. – 108 с.
8. Свечарник Д.В. Электрические машины непосредственного привода: Безредукторный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 2012. – 208 с.
9. Yunusov R.F., Bayzakov T.M., Sattarov N.E., Xaliqnazarov U.A., Nazarov O.A., Diniqulov D.U. Linear electric actuator of a sectional plane shut-off of hydrotechnical structures // 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020 (*ICECAE 2020*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012017.
10. Веселовский О.Н., Коняев А.Ю., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели – М.: Энергоатомиздат, 2017. – 256 с.

## O‘ZBEKISTONDA TUPROQ DEGREDATSIYASIGA TA’SIR ETUVCHI OMILLAR

**Zabidullaeva R.** – assistant, Qoraqalpog‘iston qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalari institute

**Annotatsiya.** Hozirgi zamon global ekologik muammolari kishilik jamiyatining barqaror rivojlanishiga xavf solmoqda .Ekologik muammolarning o‘ziga xos tomonlari shundaki,u chegara bilmaydi,chunki bu muammolar bir butun birlikda , ya’ni tabiatda kechadi. Yer yuzida insoniyat tomonidan yerlarni chegaralarga bo‘linishi tabiat nuqtai nazaridan shartli bo‘lib,tabiatda kechayotgan jarayonlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq.Ayniqsa tuproqda ro‘y berayotgan jarayonlar biosferaning barcha qismlari bilan chambarchas bog‘liqdir. Tabiatda, xususan tuproq qoplamida kechayotgan o‘zgarishlar,ularning taqdiri bilan bog‘liq jarayonlarni