

Методические основы для автоматизации рабочего места инженера по транспорту в условиях севера

С.А. Ярков

Тюменский индустриальный университет

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы снижения затрат времени на принятие обоснованных решений путем автоматизации рабочего места инженера по транспорту на основе разработки и использования методики выбора и расчета количества транспортных средств для обслуживания удаленных объектов. Рассмотрен конкретный пример на основе транспортного обслуживания объектов электроэнергетики, который может быть реализован в любом программном обеспечении организации.

Ключевые слова: Автоматизация рабочего места, инженер по эксплуатации транспорта, транспортное обслуживание, объект электроэнергетики, расчет количества транспортных средств.

В связи с развитием Индустрии 4.0 автоматизация управленческих решений в условиях северных регионов РФ становится актуальной научно-производственной задачей [1].

Целью работы является снижение затрат времени на принятие обоснованных решений путем автоматизации рабочего места инженера по транспорту на основе разработки методики выбора и расчета количества транспортных средств для обслуживания типовых удаленных объектов.

В настоящей работе рассматривается процесс автоматизации рабочего места инженера по эксплуатации автомобильного транспорта в условиях ХМАО и ЯНАО. Для обычных условий, при передвижении автомобилей по дорогам общего пользования, выбор и расчет необходимого количества транспортных средств (ТС) осуществляется по существующим методикам [2,3]. Эти методики могут входить в состав специализированного программного обеспечения, например, для автотранспортных предприятий. Однако, при транспортном обслуживании удаленных объектов электроэнергетики в условиях северных широт ХМАО и ЯНАО

использование обычных методов расчета необходимого количества транспорта не представляется возможным. Причинами могут быть:

- полное или частичное отсутствие дорог (автозимников) [4];
- низкотемпературные условия;
- увеличение вероятности возникновения неисправностей транспортных средств на удаленных объектах [5];
- связь транспортного процесса и производственного процесса в части обслуживания объектов электроэнергетики;
- одновременное применение различных видов техники на одном объекте;
- необходимость использования дополнительного оборудования, высокая стоимость перевозки [6] и другие причины.

Важно определить грань между надежным обслуживанием (строительством, ремонтом) объектов электроэнергетики и разумной экономией при использовании для этих целей транспортных средств.

Проведен системный анализ проблем использования различных видов транспорта при обслуживании удаленных объектов электроэнергетики и рассмотрены возможные пути для решения проблем, связанных со снижением эффективности использования транспорта. В результате анализа выявлены возможные резервы повышения эффективности транспорта организаций обслуживающих удаленные объекты электроэнергетики в условиях ХМАО и ЯНАО. Предложено автоматизировать процесс определения необходимого подвижного состава, в зависимости от трудоемкости работ по обслуживанию объектов электроэнергетики.

Ниже представлен пример реализации методики выбора и расчета количества транспортных средств (ТС) для обслуживания и ремонта вдольтрассовых объектов энергетики, высоковольтных линий (ВЛ), средств энергообеспечения (ЭО) и электрохимзащиты (ЭХЗ).

Автотранспортная и специальная техника, используемые при техническом обслуживании ВЛ, могут быть закреплены за участком ЭО и ЭХЗ, табл. 1.

Таблица 1

Специальные транспортные средства для участков ЭО и ЭХЗ

Транспортное средство	Особенности применения ТС
1	2
Лаборатория электрохимзащиты на базе автомобилей УРАЛ, КАМАЗ, УАЗ или иная	На участке при численности персонала по обслуживанию ВЛ и средств ЭХЗ свыше 5 человек. При неудовлетворительных дорожных условиях направляется совместно с вездеходом
Снегоход типа «Буран», «Рысь», «Тайга» или иной	На 200 км трассы (в сумме) при снеге или 70 км болотистой трассы
Прицеп или бортовой автомобиль для перевозки снегохода	Исходя из габаритов снегохода
Вездеход на гусеничном шасси (ТМ - 130, ГТТ и т.п.) с лебедкой	На участке ЭО и ЭХЗ при численности персонала по обслуживанию ВЛ и средств ЭХЗ до 5 человек с возможностью проведения работ продолжительностью более 1 смены.
Эвакуатор, бортовой автомобиль с крано-манипуляторной установкой или трал для перевозки вездехода на гусеничном шасси по дорогам общего пользования	При технологической необходимости

Продолжение табл. 1

1	2
Вездеход на колесном шасси с возможностью самостоятельного передвижения по дорогам общего пользования (ТРЭКОЛ, ТРОМ и т.п.) с лебедкой	На участке ЭО и ЭХЗ при численности персонала по обслуживанию ВЛ и средств ЭХЗ до 5 человек с возможностью проведения работ продолжительностью более 1 смены
Вахтовый автобус повышенной проходимости на базе автомобилей Урал, КамАЗ (или микроавтобус на базе УАЗ)	Для перевозки бригад от 11 до 30 чел. используется вахтовый автобус (до 10 чел. – используется микроавтобус)

Следует отметить, что передвижные лаборатории, должны использоваться только по прямому назначению (для диагностики измеряемых параметров), категорически запрещается привлечение их для ремонтных работ (стоимость оборудования достаточно велика, и оно может быть использовано на других объектах, также существует риск повреждения оборудования).

При разовых случаях недостатка единиц техники могут привлекаться подрядные организации.

Ответственность за содержание в исправном состоянии и нормальную эксплуатацию всех транспортных средств и спецтехники возлагается на работников подразделений, за которыми закреплена эта техника.

Ответственность за её техническое состояние и соблюдение правил хранения и применения возлагается на начальника участка ЭО и ЭХЗ.

Технические характеристики и марка транспортных средств и спецтехники: скорость движения, проходимость, грузоподъёмность,

оснащённость, масса и габариты выбираются исходя из выполняемых техникой функций и местных условий эксплуатации.

При необходимости транспортное средство оборудуется бензиновым или дизельным генератором, а также сварочным аппаратом для проведения работ в условиях отсутствия электроэнергии.

Транспортное средство, используемое при производстве работ в зимнее время, может быть дополнительно оборудовано электрообогревателем (сертифицированным), работающим от внешнего источника электроэнергии.

Специальные транспортные средства должны оборудоваться рацией или иными средствами связи.

Расчёт количества машин и механизмов для обслуживания вдольтрассовых объектов энергетики должен учитывать особенности производства работ на объектах:

- сочетание планового и аварийного характера работ (подразумевает незамедлительный выезд специалиста для осмотра и устранения внезапно появившейся неисправности электрооборудования на линейной части МГПП и базах обслуживания ЛПУ);

- сложные дорожные условия в районе проведения работ (в сложных дорожных условиях должна использоваться только вездеходная техника, должна присутствовать возможность эвакуации людей при поломке или невозможности передвижения транспортного средства);

- продолжительность некоторых видов работ, в соответствии с технологическими картами, может быть больше продолжительности рабочей смены (в случае отсутствия в месте проведения работ отапливаемых блок постов, должна быть предусмотрена возможность межсменного отдыха персонала в транспортном средстве).

Расчёт количества машин и механизмов для обслуживания вдольтрассовых ВЛ и средств ЭХЗ изначально определяется в приведенных единицах по формуле (1):

$$N_{\text{Мприс}} = \frac{V_{\text{П}} + V_{\text{ВЛ}}}{300} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1)$$

где $V_{\text{П}}$ – объём всего обслуживаемого вдольтрассового электрооборудования и средств ЭХЗ, условных единиц; $V_{\text{ВЛ}}$ – объём обслуживания воздушных и кабельных линий, условных единиц; 300 – средняя нормативная загрузка самоходного механизма в условных единицах; K_1 – температурный коэффициент; K_2 – коэффициент, зависящий от объёма обслуживания; K_3 – коэффициент, зависящий от дорожных условий и расстояний удаленности объектов.

Температурный коэффициент, определяет изменение потребности в машинах и спецмеханизмах в зависимости от температурной зоны (средняя температура самого холодного месяца), определяется по таблице № 1.

Таблица № 1

Температурный коэффициент (K_1)

Температурная зона объекта, °С	> -8	от -9 до -18	от -19 до -24	< -25
K_1	1,0	1,05	1,1	1,25

Коэффициент, зависящий от объёма обслуживания вдольтрассовых ВЛ и средств ЭХЗ, определяется по таблице № 2.

Таблица № 2

Коэффициент, зависящий от объёма обслуживания (K_2)

Объём обслуживания, тыс. усл. ед.	до 10	10-15	15-20	20-40	свыше 40
K_2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,95

Коэффициент, зависящий от скорости сообщения (дорожных условий) и расстояния удаленности объектов от линейного управления, определяется по таблице № 3.

Таблица № 3

Коэффициент, зависящий от дорожных условий
и удаленности объектов от линейного управления (K_3)

Скорость сообщения, км/час \ Удаленность объекта, км	K_3		
	до 50	до 100	свыше 150
от 10 до 20	1,2	1,3	1,4
от 21 до 30	1,1	1,2	1,3
от 31 до 40	1,0	1,1	1,2
от 41 до 50	0,9	1,0	1,1
Свыше 51	0,8	0,9	1,0

Коэффициент K_3 учитывает влияние дорожных условий на требуемое количество транспортных средств, так при снижении скорости сообщения значение K_3 увеличивается: тратится больше времени на передвижение до объекта. Коэффициент K_3 еще учитывает максимальную удаленность объекта от линейного производственного управления, так чем больше удален объект, тем больше K_3 . С увеличением расстояния увеличивается транспортная работа. Скорость сообщения определяется отношением расстояния до максимально удаленного объекта (расстояние пройденного пути) к времени прохождения этого пути.

Номенклатура автотранспорта и спецтехники выбирается исходя из местных условий (большое количество болот, наличие длительных снежных зим и т.п.) и решаемых задач.

Условные единицы обслуживания электрооборудования определяются по таблице 4.

Таблица № 4

Условные единицы объёма обслуживания различных видов электрооборудования и средств ЭХЗ (пример)

Наименование оборудования и сооружений	Единица измерения	Количество усл. ед.
ВЛ напряжение 6 (10) кВ на металлических или железобетонных опорах	1 км	3,0
КЛ на 6 (10) кВ	1 км	3,5
КЛ до 1000 В	1 км	2,7
Мачтовая КТП на 6 (10) кВ до 100 кВА	1 ед.	2,5
КТПН или закрытый трансформаторный пункт с одним трансформатором мощностью 100 кВА и выше	1 ед.	2,3
Двухтрансформаторная КТПН 6 (10) кВ	1 ед.	3,0
Электрооборудование кранового узла	1 ед.	32,0
СКЗ	1 ед.	15,0
СДЗ	1 ед.	30,0
Протекторы	1 ед.	0,015
НАМИ (Т)-6(10)	1 ед.	3,0
ТТ-6(10)	1 ед.	2,5
ВВЭ-10	1 ед.	2,5

Условные единицы объёма обслуживания принимаются в соответствии со специально разрабатываемыми технологическими картами [7].

Для определения необходимого количества транспорта по видам воспользуемся данными табл. 5.

Таблица № 5

Специальные транспортные средства в приведенных единицах (N_{Mnpue})

Наименование	Единица измерения	Количество	N_{Mnpue}
Лаборатория электрохимзащиты на базе автомобилей УРАЛ, КАМАЗ, УАЗ или иная	компл.	1	1,00
Снегоход типа «Буран», «Рысь», «Тайга» или иной	компл.	1	0,75
Прицеп или бортовой автомобиль для перевозки снегохода	шт.	1	0,25
Вездеход на гусеничном шасси (ТМ - 130, ГТТ и т.п.) с лебедкой	шт.	1	2,00
Эвакуатор, бортовой автомобиль с КМУ или трал для перевозки вездехода на гусеничном шасси по дорогам общего пользования	шт.	1	0,50
Вездеход на колесном шасси с возможностью самостоятельного передвижения по дорогам общего пользования (ТРЭКОЛ, ТРОМ и т.п.) с лебедкой	шт.	1	2,00
Вахтовый автобус повышенной проходимости на базе автомобилей Урал, КамАЗ (или микроавтобус на базе УАЗ)	шт.	1	2,00 (1,00)

Все транспортные средства должны быть оснащены необходимыми специальными инструментами и приборами.

Пример расчёта необходимого количества транспорта для обслуживания и ремонта вдольтрассовых объектов энергетики представлен ниже.

Исходные данные: участок ЭО и ЭХЗ имеет объём обслуживания электрооборудования: ВЛ на железобетонных опорах – 429 км; СКЗ -12 шт.; СДЗ – 2 шт.; МТП (до 100 кВА) – 2 шт.; КТПН (до 100 кВА) – 5 шт.; КУ – 12 шт. Средняя температура самого холодного месяца: (-20°C). Скорость сообщения транспортных средств: (45 км/ч).

В соответствии с таблицей 4 определяются в условных единицах объёмы обслуживания:

$$V_{\Pi} = 2_{\text{МТП}} \cdot 2,5 + 5_{\text{КТПН}} \cdot 2,3 + 12_{\text{СКЗ}} \cdot 15,0 + 2_{\text{СДЗ}} \cdot 30,0 + 12_{\text{КУ}} \cdot 32 = 640,5 \text{ усл. ед.}$$

$$V_{\text{ВЛ}} = 430 \cdot 3,0 = 1290 \text{ усл. ед.}$$

$$V_{\Pi} + V_{\text{ВЛ}} < 10000 \text{ усл. ед.}$$

В соответствии с таблицей № 1 принимается коэффициент $K_1 = 1,1$.

В соответствии с таблицей № 2 принимается коэффициент $K_2 = 1,3$.

В соответствии с таблицей № 3 принимается коэффициент $K_3 = 1,0$.

По формуле (1) определяется необходимое приведенное количество транспорта или спецтехники:

$$N_{\text{Мприв.}} = \frac{V_{\Pi} + V_{\text{ВЛ}}}{300} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{640,5 + 1290}{300} \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 9,1.$$

В итоге по табл. 5 на 9 приведенных единиц были выбраны следующие: Лаборатория ЭХЗ типа ЛКТСТ на базе автомобиля КАМАЗ-43114, вахтовый автобус повышенной проходимости на базе КАМАЗ-43114, вездеход на гусеничном шасси ТМ-130, микроавтобус на базе УАЗ, вездеход ТРЭКОЛ, снегоход «Буран» с прицепом.

В качестве выводов можно отметить нижеследующее.

1. Представленная выше методика выбора и расчета количества транспортных средств для обслуживания и ремонта вдольтрассовых объектов энергетики, высоковольтных линий, средств энергообеспечения и электрохимзащиты может быть легко реализована в любом программном обеспечении организации и распространена на другие подразделения, выполняющие аналогичные виды работ.

2. Снижение затрат времени на принятие обоснованных решений достигается путем автоматизации рабочего места инженера по транспорту на основе разработанной методики.

3. В процессе использования методики, значения коэффициентов можно уточнять на основе статистических данных, а также с учетом изменения трудоемкости операций.

4. Дальнейшее развитие работы возможно в направлении в части развития и автоматизации элементов дорожно-транспортной инфраструктуры [8], средств борьбы с сонливостью у водителей [9], использования беспилотных летательных аппаратов [10] для доставки грузов и обследования удаленных объектов.

Литература

1. Евсеев Д.З., Зайцева М.М., Косенко В.В. [и др.] Индустрия 4.0 и автомобильный транспорт // Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4919>.

2. Кривоусов П.Ф. Методика расчета потребного количества автомобильного транспорта для осуществления перевозок снабженческих и эвакуационных грузов // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2012. №6. С. 118-119.

3. Заруднев Д.И. Методика выбора автотранспортных средств для перевозки грузов: дис. ... канд. тех. наук: 05.22.10. - Омск, 2005. - 237 с.

4. Дубровник М.С., Ярков С.А. Условия перевозок грузов автомобильным транспортом в Красноселькупском районе // Материалы международной научно-технической конференции «Транспортные и транспортно-технологические системы». Тюмень: ТИУ, 2017. С. 167-168.

5. Zakharov N.S., Anikeev V.V., Makarova A.N., Ziganshin R.A., Ilinykh, V.D. Influence of operational rate and conditions seasonal variation on automobile engine operating life. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. 13(6), pp. 2250-2258.

6. Дауэнгауэр Н.А. Повышение эффективности перевозок грузов для районов севера: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.22.08. - М., 2005. - 26 с.

7. Ярков С.А. Повышение эффективности работы инженеров по организации перевозок грузов путем разработки и использования технологической карты // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы эксплуатации систем транспорта». Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, Институт транспорта, 2009. С. 350-352.

8. Ситников М.В., Сморгочкова В.И. Развитие транспортной инфраструктуры в арктической зоне России // Государственное управление и развитие России: модели и проекты сборник статей Международной научно-практической конференции. М.: ИГСУ., 2017. С. 110-115.

9. Sparrow A.R., Lajambe C.M., Van Dongen P.A. Drowsiness measures for commercial motor vehicle operations. Accident Analysis and Prevention V.126. 2019. pp. 146-159.

10. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2016, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571.

References

1. Evseyev D.Z., Zaytseva M.M., Kosenko V.V., Kotesova A.A., SHul'ga T.K. Inzenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4919.
2. Krivousov P.F. Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobil'no-dorozhnoy akademii. 2012. №6. pp. 118-119.
3. Zarudnev D.I. Metodika vybora avtotransportnykh sredstv dlya perevozki gruzov [The method of selection of motor vehicles for the transport of goods]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.10. Omsk, 2005. 237 p.
4. Dubrovnik M.S., Iarkov S.A. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Transportnyye i transportno-tekhnologicheskiye sistemy». Tyumen': TIU, 2017. pp. 167-168.
5. Zakharov N.S., Anikeev V.V., Makarova A.N., Ziganshin R.A., Ilinykh, V.D. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. 13(6), pp. 2250-2258.
6. Dauengauer N.A. Povysheniye effektivnosti perevozk gruzov dlya rayonov severa [Improving the efficiency of freight transport for the North]. avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.08. M., 2005. 26 p.
7. Iarkov S.A. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy ekspluatatsii sistem transporta». Tyumen': Tyumenskiy gosudarstvennyy neftegazovyy universitet, Institut transporta, 2009. pp. 350-352.
8. Sitnikov M.V., Smorchkova V.I. Gosudarstvennoye upravleniye i razvitiye Rossii: modeli i proyekty sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. M.: IGSU., 2017. pp. 110-115.
9. Sparrow A.R., Lajambe C.M., Van Dongen P.A. Drowsiness measures for commercial motor vehicle operations. Accident Analysis and Prevention V.126. 2019. pp. 146-159.



10. Pogorelov V.A. Inzenernyj vestnik Dona, 2016, №1. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571.