

УДК 656.13.07:681.518. (075.32)

© Ю. Г. Котиков, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: cotikov@mail.ru

© П. Г. Атаев, руководитель отдела
геоинформационной аналитики
(ООО «Дорнадзор», СПб)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-4-213-219

© Ju. G. Kotikov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: cotikov@mail.ru

© P. G. Ataev, Head of the Department of
Geoinformation Analytics,
(Dornadzor Ltd., St. Petersburg)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОГО СЕРВИСА СРЕДСТВАМИ ARCGIS

SUBSTANTIATION OF PLACEMENT OF ROAD SERVICE OBJECTS BY MEANS OF THE ARCGIS PLATFORM

Автомобильно-дорожная сеть должна быть обеспечена объектами дорожного сервиса (ОДС). ОДС и съезды к ним должны, прежде всего, отвечать нормативным требованиям, соответствовать геометрическим параметрам и техническим характеристикам автодорог, а также удовлетворять потребности участников дорожного движения. Рассмотрены факторы, влияющие на размещение ОДС, определен инструментарий Esri ArcGIS, позволяющий произвести пространственный анализ. На примере автодороги «А-180 «Нарва» — подъезд к МТП Усть-Луга» отработана методика определения оптимального расположения объектов сервиса с использованием среды ArcGIS.

Ключевые слова: объекты дорожного сервиса, А-180 «Нарва», федеральные автомобильные дороги, Ленинградская область, Усть-Луга, геоинформационные системы, ArcGIS.

A road network should be provided with the objects of road service (ORS). ORS and the road exits leading to them should first of all meet the regulatory requirements, fit in with the geometric parameters and the technical characteristics of the highway, as well as meet the needs of road users. The article discusses the factors affecting the placement of the ORS, defines the Esri ArcGIS tools making it possible to produce a spatial analysis. On the example of the «A-180 «Narva» road — access to the Ust-Luga», a technique for determining the optimal location of service objects using the ArcGIS environment has been perfected.

Keywords: objects of road service, A-180 «Narva», federal auto roads, Leningrad region, Ust-Luga, Geographic Information Systems, ArcGIS.

В соответствии с Федеральным законом РФ № 257¹ объекты дорожного сервиса (ОДС) — это здания, строения, сооружения и иные объекты, предназначенные для обслуживания участников дорожного движения по пути следования. Таким образом, это та часть инфраструктуры автодороги, которая призвана обеспечить потребности участников дорожного движения. Объекты сервиса могут специализироваться либо на потребностях людей (отдых, питание, сон), либо на обслуживании транспортных средств (ремонт,

¹ Федеральный закон «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 08.11.2007 № 257-ФЗ.

мойка, заправка горюче-смазочными материалами). И в зарубежных странах [1–4], и в России [5–11] уделяют большое внимание развитию и совершенствованию придорожного сервиса.

Существуют три категории проблем, связанных с ОДС [2]: пространственные (месторасположение и частота), качественные (разнообразие и качественный уровень), а также негативный эффект от их присутствия на автодороге. Минимизации последнего способствуют оборудованные съезды, переходно-скоростные полосы и иные средства обустройства дороги.

Обоснованием строительства новых ОДС выступает совокупность условий, многие из кото-

рых не представляется возможным учесть в силу их субъективного характера. Для исследования участков автодорог, привлекательных с точки зрения строительства на них ОДС, возможно использование инструментов ArcGIS Desktop [12].

В качестве примеров будут использованы данные по автомобильным дорогам федерального значения Ленинградской области (ЛО). Используем также методические наработки по организации рельсового транспорта СПб [13].

Факторы, влияющие на выбор площадки, формируют несколько групп:

1. Нормативные факторы. В соответствии с действующей документацией существуют ограничения частоты съездов, размещения ОДС. Эти вопросы регулируются следующими документами: ГОСТ 33062–2014², п. 6.3 СП 34.13330.2012³, п. 3.1.3 ГОСТ Р 52398–2005⁴ и Постановлением Правительства РФ № 767 от 28.09.2009⁵.

² ГОСТ 33062–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к размещению объектов дорожного и придорожного сервиса.

³ СП 34.13330.2012. «Автомобильные дороги».

⁴ ГОСТ Р 52398–2005. «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования».

⁵ Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2009 г. № 767 «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации».

В ArcGIS возможно выделение зон, в которых размещение съездов противоречит законодательной базе. Для этого к слоям федеральных и прочих автодорог ЛО применим инструмент «пересечение» и получим слой тех участков автодорог, на которых допустимо строительство новых съездов к объектам сервиса (рис. 1).

Административные факторы. Желательно размещение ОДС вне населенных пунктов, на свободных участках либо на участках, уже предназначенных для такого строительства, в соответствии с кадастровым делением. Это обусловлено тем, что в соответствии с п. 4.4 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03⁶ от автозаправочных станций (АЗС) и станций технического обслуживания (СТО) устанавливаются санитарно-защитные зоны; кроме того, объекты в населенных пунктах предназначены обслуживать, прежде всего, эти поселения, а не транзитный транспорт.

Средствами ArcGIS возможно проведение дифференциации территории в соответствии с административными и кадастровыми границами. Для исключения территории населенных

⁶ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.



Рис. 1. Участки автодорог с возможностью размещения новых съездов

пунктов сначала требуется спроецировать пространственные данные из одной системы координат в другую, используя инструменты «проецировать» и «пересечение». Для анализа геопространственного соединения ОДС и границ населенных пунктов рационально воспользоваться инструментом пространственного соединения. Он позволяет присоединять атрибуты одного объекта к другому на основании пространственного взаиморасположения. В выходной класс объектов записываются целевые объекты (исходного класса) с присоединенными атрибутами из другого класса. Таким образом, в новом классе пространственных данных будет содержаться информация по всем ОДС, а также информация о том, в каких населенных пунктах они расположены. С использованием кадастрового деления становится возможным выполнение поиска свободных участков, прилегающих к автодорогам.

2. Географические факторы. Главным образом интересен рельеф местности — орография, гидрография, характер подстилающей поверхности. Показатель крутизны склона определяет сложность инженерной подготовки территории для строительства объекта, а ст. 65, п. 15 Водного кодекса⁷ непосредственно запрещает размещение АЗС и СТО в пределах водоохранных зон.

Средства ГИС позволяют разграничивать территорию по этим признакам — выделять зоны с недопустимыми уклонами, строить буферные зоны речной сети. Инструмент «уклон», например, позволяет определить градиент, или скорость максимального изменения значения координаты z для каждой ячейки поверхности растра [14].

Для построения водоохранных зон речной сети используется слой гидрографии. Чтобы убрать канавы и мелкие объекты, требуется определяющий запрос, например, «> 500 м». Далее с помощью определяющих запросов дифференцируем ширину буферных зон в соответствии с шириной водоохранных зон: до 10 км — 50 м; от 10 до 50 км — 100 м; от 50 км — 200 м. Наложением буферных зон на слой автодорог инструментом «стирание» исключаются участки, которые оказались в водоохранных зонах. В результате получается слой, в котором исключены участки автодорог, попадающие в водоохранные зоны.

3. Транспортные факторы. Интенсивность движения на автомобильной дороге является одним из ключевых показателей, влияющих на размещение объектов сервиса. Очевидна прямая зависимость между увеличением проходящего потока автомобилей и количеством потенциальных клиентов ОДС — по мировым методикам объекты придорожного сервиса рентабельны при интенсивности движения более 7000 автомобилей в сутки [1–3]. ГИС-модель предоставляет возможность осуществлять построение диаграмм Sankey с использованием инструмента «анализ горячих точек с отображением» и их пространственный анализ (рис. 2).

Данный рисунок иллюстрирует востребованность участков автодорог и позволяет оценить существующее число потенциальных клиентов объектов сервиса. Возможны два подхода к оценке необходимого обустройства ОДС: по категории автодороги и по интенсивности движения. Предполагается что первое определяется вторым, однако на практике этот принцип не соблюдается.

4. Экономические факторы. Под экономическими факторами подразумевается совокупность обстоятельств, которые влияют на привлекательность строительства объекта с точки зрения инвестора: распределение на автодороге других объектов сервиса, концентрация которых влияет на степень конкуренции между ними [6, 8]. Одной из основных составляющих является расположение ОДС относительно друг друга и их взаимное влияние, то есть зона тяготения объектов.

Экономические факторы представляется возможным учесть посредством пространственного анализа ГИС-модели, построив буферные зоны отдельно по каждому виду объектов сервиса (инструмент «буфер»). Для этого, однако, требуется актуальная информация о расположении объектов сервиса.

Рассмотрим представленную методику размещения ОДС на примере автодороги «А-180 “Нарва” — подъезд к Морскому торговому порту (МТП) Усть-Луга». Автодорога построена поверх существовавших ранее региональных автодорог Р-42 и А-121. Статус федеральной дороги имеют одновременно старый и новый ход. Старый ход проходит через населенные пункты и является

⁷ «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ.



Рис. 2. Приведенная среднесуточная интенсивность движения в Ленинградской области

ся автодорогой III категории. Новый ход имеет IV категорию на участке 0–40 км и II категорию с 40 км.

На старом ходу А-180 располагается семь объектов сервиса (рис. 3). Все эти объекты, кроме АЗС, характеризуются близостью к порту Усть-Луга и их расположением в границах населенных пунктов. Подобное размещение позволяет сделать вывод о том, что эти ОДС ориентированы в большей степени на обслуживание жителей данных населенных пунктов и сотрудников МТП, чем на пользователей автодороги. Это подтверждается тем фактом, что интенсивность движения на участке автодороги после МПТ Усть-Луга резко сокращается, таким образом, дорога является «тупиковой», практически без транзитного автотранспорта.

На новом ходу А-180 расположены четыре ОДС — одна АЗС, две площадки отдыха и пункт общественного питания. Данные ОДС предназначены именно для пользователей автодороги. Отметим, что единственный пункт обществен-

ного питания, по адресу км 40+128, располагается с нарушением вышеупомянутого ГОСТ Р 52398–2005: съезд к нему производится с полосы разгона. Таким образом, на новом ходу расположены: одна АЗС на 60 км автодороги, одна площадка отдыха на 30 км и один пункт питания на 60 км. Эти показатели не удовлетворяют упомянутым «Требованиям к размещению объектов дорожного и придорожного сервиса» вышеупомянутого ГОСТ 33062–2014, что позволяет сделать вывод об имущественном дефиците ОДС на всем протяжении участка «А-180 “Нарва” — подъезд к МТП Усть-Луга».

По перечисленным в постановочной части статьи пунктам был проведен комплексный пространственный анализ возможности размещения ОДС [7, 10]. Сначала были исключены территории, которые не отвечают нормативным требованиям. Затем — буферы от речной сети и территории с уклоном > 20 %. Далее была рассмотрена возможность размещения ОДС на конкретных земельных участках и кварталах.

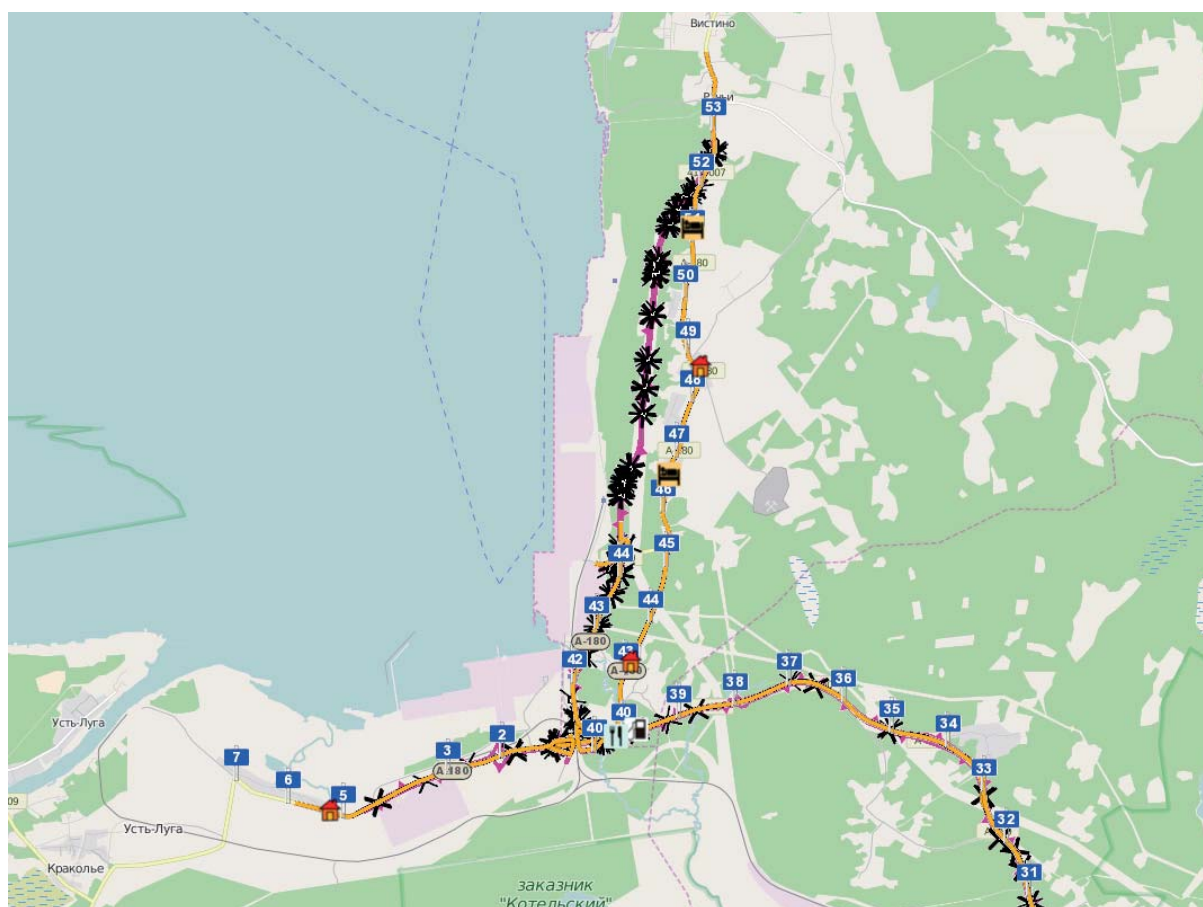


Рис. 3. ОДС на автодороге «А-180 «Нарва» — подъезд к МТП Усть-Луга» (фрагмент)

В результате были выбраны семь земельных участков с категорией земли и видом разрешенного использования, предполагающими размещение на них объектов сервиса. С учетом экономического фактора и упомянутого ГОСТ 33062–2014 от выбранных частей земельных участков были построены буферы, наложение которых говорит о чрезмерной плотности расположения потенциальных ОДС. Таким образом, число площадок, в наибольшей степени отвечающих обозначенным требованиям, сократилось до пяти.

На выбранных территориях было предложено такое размещение объектов сервиса, которое в максимальной степени учитывает специфику автодороги А-180, перспективную интенсивность движения и расположение существующих ОДС: две АЗС и три многофункциональные зоны (МФЗ), из них две МФЗ, включающие АЗС, СТО, пункт питания и зону отдыха, и одна МФЗ с АЗС, мотелем, пунктом питания и зоной отдыха (рис. 4).

С использованием метода экспертной оценки были оценены затраты на строительство данных объектов. Стоимость проектирования и строительства современной АЗС составляет порядка 100 млн руб. Стоимость строительства мотеля оценена в 20 млн руб., СТО — 10 млн, организация зоны отдыха — 5 млн. Таким образом, стоимость каждой МФЗ без мотеля составит 115 млн руб., а с мотелем — 125 млн руб. Общая стоимость предлагаемых ОДС оценивается в 555 млн руб.

Результаты исследования:

1. Выявлены факторы, влияющие на размещение объектов дорожного сервиса: нормативные, административные, географические, транспортные и экономические.
2. Показаны инструменты среды ArcGIS, с помощью которых может быть создана геоинформационная модель, учитывающая перечисленные факторы.



Рис. 4. Предложения по выбору участков для строительства ОДС

3. Отработана методика обоснования размещения ОДС средствами ArcGIS на примере автодороги «А-180 «Нарва» — подъезд к МТП Усть-Луга». В результате рассмотрения территории вдоль данной автодороги было предложено строительство трех многофункциональных зон и двух автозаправочных станций. Стоимость работ оценена в 555 млн руб. Представленная методика может быть рекомендована для подобных автодорог.

Библиографический список

1. Strategies for Road Networks Operations. World Road Associations (PIARC). 2012. 90 p. URL: <https://www.piarc.org/ressources/publications/7/18378,2012R26-EN.pdf> (дата обращения: 30.06.2017).
2. World Road Associations (PIARC). Activity Report-2. 320 p. URL: <https://www.piarc.org/ressources/documents/Annual-Reports-Activity/24905,ACTIVITY-REPORT-2012-2015-World-Road-Association-PIARC.pdf> (дата обращения: 30.06.2017).
3. Huber J. World Road Associations (PIARC). Road Construction in the United Federal Republic of Germany. Routs, Roads, № 288 — September 1995. Pp. 7–21. URL: <https://www.piarc.org/en/search.htm?q=roadside+ancilla>

ries&page=4 (дата обращения: 30.06.2017).

4. Сандалевски А. Придорожный сервис в Италии. URL: http://zvt.abok.ru/articles/204/Pridorozhnii_servis_v_Italii (дата обращения: 30.06.2017).

5. Valiev V. Kh. Strategic View on the Development of Roadside Service in Russian Regions // Modern problems of science and education. 2015. № 1 (part 1). URL: <https://science-education.ru/en/article/view?id=19684> (дата обращения: 30.06.2017).

6. Морозов А. Г., Лазарев Ю. Г. Логистика придорожного сервиса // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2015. № 4 (34) СПб.: СПбГЭУ. С. 77–81.

7. Петин Ю. П., Доронкин В. Г. К вопросу классификации и размещения объектов дорожного сервиса // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–1). С. 42–46.

8. Виноградова М. В. Комплексный подход к формированию придорожного сервиса в России: автореф. дис. ... к. э. н. М., 2002. 21 с. URL: <http://www.disserscat.com/content/kompleksnyi-podkhod-k-formirovaniyu-pridorozhnogo-servisa-v-rossii> (дата обращения: 30.06.2017).

9. Евсеева А. А., Бунтина Д. К. Стратегический аспект развития придорожного сервиса в России // Концепт. 2013. Т. 3. С. 2816–2820. URL: <http://e-koncept.ru/2013/53567.htm> (дата обращения: 30.06.2017).

10. Вуймин В. В. Территориальное размещение объектов придорожного сервиса в регионе: на примере Смоленской области. Автореф. дис. ... к. э. н. М., 2003.

11. Подобед Е. А. Формирование придорожного сервиса в Республике Беларусь. Минск: Право и экономика, 2010. 109 с.

12. Котиков Ю. Г. Геоинформационная система ArcGIS как интегратор в моделях планирования транспортных систем мегаполисов // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 2 (31). С. 214–222.

13. Атаев П. Г. Система наземного рельсового транспорта: предпосылки организации в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 216–225.

14. ArcGIS for Desktop. URL: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/> (дата обращения: 30.06.2017).

References

1. Strategies for Road Networks Operations. *World Road Associations (PIARC)*, 2012, 90 p. Available at: <https://www.piarc.org/ressources/publications/7/18378,2012R26-EN.pdf> (accessed: 30.06.2017).
2. *World Road Associations (PIARC)*, Activity Report-2.320 p. Available at: <https://www.piarc.org/ressources/documents/Annual-Reports->

Activity/24905,ACTIVITY-REPORT-2012-2015-World-Road-Association-PIARC.pdf (accessed: 30.06.2017).

3. Huber J. *World Road Associations (PIARC)*, Road Construction in the United Federal Republic of Germany. *Routs, Roads*, no. 288 —September 1995, pp. 7–21. Available at: <https://www.piarc.org/en/search.htm?q=road+side+ancillaries&page=4> (accessed: 30.06.2017).

4. Sandalevski A. *Pridorozhnyy servis v Italii* [Roadside service in Italy]. Available at: http://zvt.abok.ru/articles/204/Pridorozhnii_servis_v_Italii (accessed: 30.06.2017).

5. Valiev V. Kh. Strategic View on the Development of Roadside Service in Russian Regions. *Modern problems of science and education*, 2015, no. 1 (Pt 1). Available at: <https://science-education.ru/en/article/view?id=19684> (accessed: 30.06.2017).

6. Morozov A. G., Lazarev Yu. G. *Logistika pridorozhnogo servisa* [Logistics of roadside service]. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa – Technical and technological problems of service*, 2015, no. 4 (34). St. Petersburg, UNECON Publ., pp. 77–81.

7. Petin Yu. P., Doronkin V. G. *K voprosu klassifikatsii i razmeshcheniya ob'ektov dorozhnogo servisa* [To the issue of classification and placement of road service objects]. *Vektor nauki TGU – Vector of Science TSU*, 2015, no. 2 (32–1), pp. 42–46.

8. Vinogradova M. V. *Kompleksnyy podkhod k formirovaniyu pridorozhnogo servisa v Rossii*:avtoref. diss. kand. ehk. nauk [An integrated approach to formation of roadside service in Russia. Author's thesis of PhD in Sci. Ec. diss.]. Moscow, 2002, 21 p. Available at: <http://www.dissercat.com/content/kompleksnyi-podkhod-k->

[formirovaniyu-pridorozhnogo-servisa-v-rossii](http://www.dissercat.com/content/kompleksnyi-podkhod-k-formirovaniyu-pridorozhnogo-servisa-v-rossii) (accessed: 30.06.2017).

9. Evseeva A. A., Buntina D. K. *Strategicheskii aspekt razvitiya pridorozhnogo servisa v Rossii* [Strategic aspect of development of roadside service in Russia]. *Kontsept – Concept*, 2013, no. 3, pp. 2816–2820. Available at: <http://e-koncept.ru/2013/53567.htm> (accessed: 30.06.2017).

10. Vuymin V. V. *Territorial'noe razmeshchenie ob'ektov pridorozhnogo servisa v regione: ya primere Smolenskoy oblasti. Avtoref. diss. kand. ehk. nauk* [Territorial placement of objects of roadside service in the region on the example of the Smolensk region. Author's thesis PhD in Sci. Ec. diss.]. Moscow, 2003.

11. Podobed E. A. *Formirovanie pridorozhnogo servisa v Respublike Belarus'* [Formation of roadside service in Republic of Belarus]. Minsk, Pravo i ehkonomika Publ., 2010, 109 p.

12. Kotikov Yu. G. *Geoinformatsionnaya sistema ArcGIS kak integrator v modelyakh planirovaniya transportnykh sistem megapolisov* [Geographic-information system ArcGIS as the integrator in models of transport planning systems of megalopolises]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2012, no. 2 (31), pp. 214–222.

13. Ataev P. G. *Sistema nazemnogo rel'sovogo transporta: predposylki organizatsii v Sankt-Peterburge* [Ground-based rail transport system: organization preconditions in St. Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 3 (62), pp. 216–225.

14. *ArcGISforDesktop*. Available at: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/> (accessed: 30.06.2017).