

УДК 625.7:519.6

DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-1-175-183

П.А. ЕЛУГАЧЕВ¹, Э.А. ЭШАРОВ¹, Б.М. ШУМИЛОВ¹, А.Ж. КУДУЕВ²,
¹Томский государственный архитектурно-строительный университет,
²Ошский государственный университет

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПОВЕРХНОСТЯМИ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ

В проектировании автомобильных дорог важнейшим является получение оптимальной поверхности дороги (проезжая часть – левая и правая сторона, обочины – левая и правая, откосы – левый и правый и т. д.) по ряду критериев (порой таких критериев сотни), например по уклону, по абсолютной отметке, по отметке относительно уровня грунтовых вод, по расстоянию от верха водопропускной трубы и др. В большинстве САПР (систем автоматизированного проектирования) цифровая модель проекта строится за счет использования триангуляции Делоне.

В статье рассматривается новый математический аппарат пространственного трассирования автомобильных дорог на основе коробчатых поверхностей, образуемых движением незамкнутого многогранника. Предлагаемый подход к решению задачи оптимизации проектирования автомобильных дорог состоит в переходе к математическому моделированию автомобильных дорог на основе коробчатых поверхностей, образуемых движением незамкнутого гладкосклеенного криволинейного многогранника, в рамках технологии информационного моделирования (BIM моделирования).

Ключевые слова: пространственное моделирование; автомобильные дороги; коробчатое сечение; обработка данных.

Для цитирования: Елугачев П.А., Эшаров Э.А., Шумилов Б.М., Кудуев А.Ж. Пространственное моделирование автомобильных дорог поверхностями коробчатого сечения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 1. С. 175–183.
DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-1-175-183

P.A. ELUGACHEV¹, E.A. ESHAROV¹, B.M. SHUMILOV¹, A.Zh. KUDUEV²,
¹Tomsk State University of Architecture and Building,
²Osh State University

3D MODELING OF BOX-SECTION ROAD SURFACE

In road design, it is most important to obtain an optimum road surface (left and right traffic ways, left and right road sides, left and right slopes, etc.) using a number of criteria (sometimes hundreds of criteria), which include a slope, absolute elevation, elevation relative to the groundwater level, distance from the top of pipe-culvert, and others. In most computer-aided design systems, a digital model of the project is built by using a Delone triangulation.

This paper deals with a new mathematical apparatus for spatial setting out of box-section roads in the form of a nonclosed polyhedron. The proposed approach to optimizing the road design utilizes the building information modeling for box-section roads in the form of a moving unclosed smooth curvilinear polyhedron.

Keywords: 3D modeling; automobile roads; box section; data processing.

For citation: Elugachev P.A., Esharov E.A., Shumilov B.M., Kuduev A.Zh. Prostranstvennoe modelirovanie avtomobil'nykh dorog poverkhnostyami korobchatogo

secheniya [3D modeling of box-section road surface]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2021. V. 23. No. 1. Pp. 175–183.
DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-1-175-183

Введение

В проектировании ремонтов и капитальных ремонтов автомобильных дорог средствами систем автоматизированного проектирования важнейшей процедурой является получение оптимальной (существующей и проектной) поверхности дороги (проезжая часть, обочины, откосы и т. д.) по ряду критериев (порой таких критериев сотни), например по уклону, по абсолютной отметке, по отметке относительно уровня грунтовых вод, по расстоянию от верха водопропускной трубы и др. В большинстве САПР (систем автоматизированного проектирования) цифровая модель проекта строится за счет использования триангуляции Делоне (рис. 1).

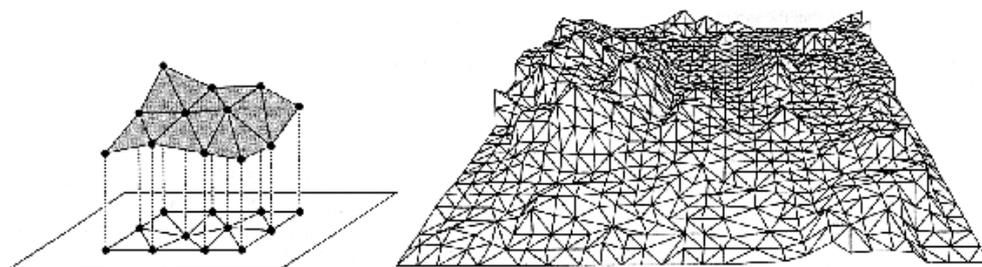


Рис. 1. Форма поверхности, представленная цифровой моделью рельефа с использованием триангуляции Делоне

Данный математический аппарат достаточно хорошо (математически точно) восстанавливает рельеф местности, а также модель участка существующей дороги и прилегающей территории, но использование его в оптимизации для целей ремонта и капитального ремонта приводит к избыточному изменению продольной и поперечной ровности, т. е. исключает возможности оптимизации по критериям (минимум перемещения грунта с сохранением средней линии, нормативного уклона, ширины и т. д.). Отсутствие возможности в современных САПР создавать оптимальную проектную поверхность по перечисленным критериям при ремонтах и капитальных ремонтах увеличивает трудоемкость разработки проектной документации и в конечном счете повышает стоимость ремонтов [1, 2].

Если представить в пространственном виде полигональный ход трассы, имеющей несколько углов поворота в плане и в профиле, то такая комбинация может быть описана сочетанием ряда элементарных плоскостей, лежащих под определенным углом друг к другу. И нередко полигон, располагающийся в плане, не связан с полигоном в профиле (рис. 2, а).

Трудности восстановления проектной модели автомобильных дорог при ремонтах и капитальных ремонтахкратно возрастают при условии раздельного формирования опорных кривых, формирующих сложные поверхности

(осевая линия дороги, бровки – левая и правая и т. д.). По факту – это гладко сопряженные пространственные кривые высокого порядка [3] (рис. 2, б).

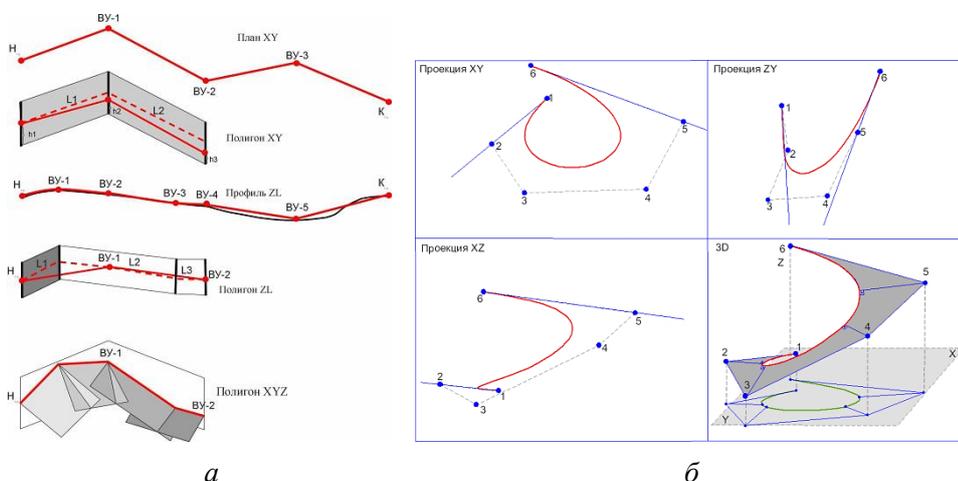


Рис. 2. Трасса, представленная в виде разложения на полигоны, в плане и профиле (а); криволинейный элемент опорной кривой поверхности автомобильной дороги в проекциях и 3D-изображении (б)

Существующие традиционные методы проектирования автомобильных дорог основаны на принципе структурных (ведущих) линий, образованных за счет их отложения от осевой линии или линии трассы.

Проектировщику приходится «вручную» искать наиболее экономичный вариант, изменяя при этом структурные линии в традиционных проекциях (план, профиль, поперечник), подбирая оптимальный объем земляных работ или слоев дорожной одежды. Это рутинная и трудоемкая задача, которая в современных системах практически не поддается автоматизации (рис. 3). Хотя при проектировании нового строительства автомобильных дорог эта задача хорошо решена, и оптимизация проводится по критериям нормативных требований (величина радиуса кривых в плане и профиле, видимость, условия ландшафтного проектирования и сочетания кривых в пространстве) в зависимости от категории дороги.

Еще одной важной задачей при проектировании ремонта и капитального ремонта является поиск положения трассы с учетом результирующих объемов работ с приведением их к единице длины участка. При этом в отдельных САПР, таких как InRoads/Road в рамках технологии BIM проектирования, эта задача решена частично, объем работ известен при поиске решений, однако критерии по оптимизации постоянно должен принимать проектировщик, что создает дополнительную трудоемкость и увеличивает сроки проектирования. В большинстве САПР объем строительных материалов рассчитывается только после составления проектной ведомости в результате расчета разности поверхностей ЦММ и ЦМП, построенных на основе триангуляции. При этом в существующей технологии ряд эмпирических свойств и физических параметров дороги не могут быть описаны алгоритмически, а значит, и быть учте-

ны в модели, например, такие как центробежное ускорение автомобиля, пространственная видимость и др., которые не напрямую влияют на выработку проектного решения, хотя важны для транспортно-эксплуатационных качеств ремонтируемого участка дороги.

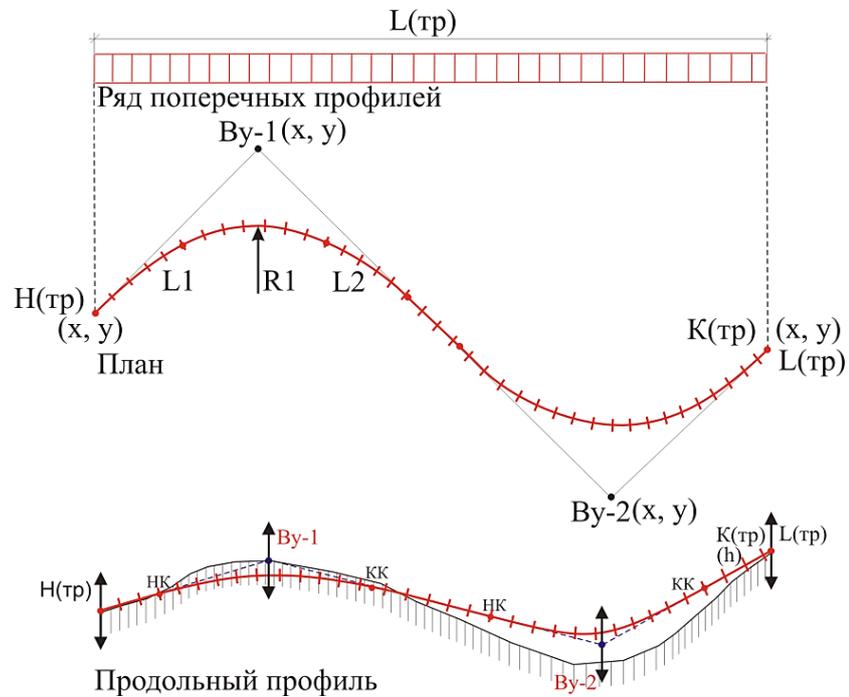


Рис. 3. Проектная линия трассы автомобильной дороги в плане (сверху) и в профиле (снизу)

Постановка задачи

Предлагаемый подход к решению задачи оптимизации проектирования ремонтов автомобильных дорог состоит в переходе к математическому моделированию автомобильных дорог на основе коробчатых поверхностей, образуемых движением незамкнутого гладкосклеенного криволинейного многогранника.

В качестве математического аппарата для решения задачи рассмотрим геометрию многогранных коробчатых криволинейных поверхностей на базовой циклической поверхности. Для этого в окружность произвольного радиуса можно вписать равносторонний многоугольник. В окружность вписывается хорда с углом 2φ , $\varphi = \pi/K$, где K – целое число, равное числу сторон равностороннего многоугольника. Повторяя хорду K -е количество раз путем поворота на угол 2φ , получаем замкнутый равносторонний многоугольник. Перемещая многоугольник вместе с образующей окружностью циклической поверхности [4–6] вдоль направляющей кривой, можно получить криволинейную многогранную коробчатую поверхность переменного поперечного сечения.

Изменяя параметр циклической поверхности, можно выделить некоторые подклассы коробчатых поверхностей:

- а) с постоянным поперечным сечением;
- б) с изменяемым поперечным сечением, образованные за счёт поступательного переноса образующей окружности с постоянным радиусом;
- в) прямолинейные поверхности переноса, образованные по прямой линии;
- г) плоскопараллельные с изменяющимся радиусом окружности и одновременно параллельными некоторой плоскости;
- д) конусного типа с линейным изменением радиуса образующей окружности и прямой линией, пролегающей через их центры;
- е) нормальные, образованные окружностями, лежащими в нормальных плоскостях линии центров;
- ж) коробчатые, образованные равносторонними многоугольниками в плоскостях пучка [7];
- з) закрученные, образованные равносторонними многоугольниками, вращающимися в образующей окружности при ее движении вдоль линии центров.

Векторное уравнение базовой циклической поверхности имеет вид [4]:

$$\rho(u, v) = r(u) + R_i(u) e(u, v), \quad (1)$$

где $\rho(u, v)$ – радиус-вектор циклической поверхности; $r(u)$ – радиус-вектор линии центров образующих окружностей циклической поверхности; $e(u, v) = e_0(u) \cos(v) + g_0(u) \sin(v)$ – вектор-функция окружности единичного радиуса в плоскости образующей окружности; $e_0(u), g_0(u)$ – ортогональные единичные векторы в плоскости образующей окружности; $R_i(u)$ – функция изменения радиуса образующих окружностей.

Положение плоскости образующей окружности при движении вдоль линии центров определяется вектором единичной нормали $n(u)$. Векторы $e_0(u), g_0(u), n(u)$ могут быть привязаны к треугольнику Френе линии центров – τ, ν, β направляющей кривой базовой циклической поверхности [4].

Для получения векторного уравнения k -й грани коробчатой поверхности в уравнении (1) необходимо уравнение образующей окружности (второе слагаемое уравнения (1)) заменить уравнением k -й хорды равностороннего многоугольника. Вектор нормали k -й хорды определяется вектором (рис. 4, а)

$$e_k = e(u, v_k) = e(u, 2k\varphi), \quad \varphi = \frac{\pi}{K}, \quad k = 0, 1, \dots, K - 1. \quad (2)$$

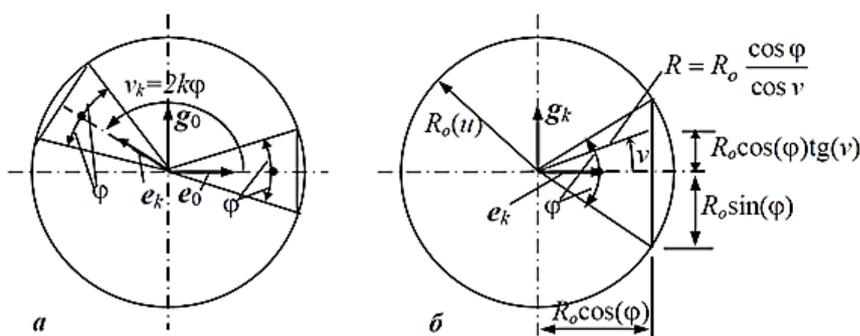


Рис. 4. Геометрические пояснения к выводу векторного уравнения коробчатой поверхности

В соответствии с рис. 4, \vec{b} векторное уравнение k -й хорды в полярной системе координат получим в виде

$$r_k(u, v) = R_k(u) \cos(\varphi) [e_k + g_k \operatorname{tg}(v)] = R(u, v) e(u, v, k), \quad -\varphi \leq v \leq \varphi, \quad (3)$$

где

$$R(u, v) = R_0(u) \frac{\cos(\varphi)}{\cos(v)}; \quad g_k = g(u, v_k) = g(u, 2k\varphi) = -e_0 \sin(2k\varphi) + g_0 \cos(2k\varphi);$$

$$e(u, v, k) = e_k(u) \cos(v) + g_k(u) \sin(v) = e_0(u) \cos(v + 2k\varphi) + g_0(u) \sin(v + 2k\varphi).$$

Тогда получаем векторное уравнение k -й грани коробчатой поверхности

$$\rho_k(u, v) = r(u) + r_k(u, v) = r(u) + R(u, v) e(u, v, k). \quad (4)$$

Уравнение (4) является уравнением поверхности с системой плоских координатных линий, где $r(u)$ – векторное уравнение направляющей кривой; $R(u, v)$ – уравнение плоской координатной линии в полярной системе координат в плоскости с нормалью в плоскости $n(u)$. Геометрия этого класса рассмотрена в работах [8, 9].

Для получения конкретных формул в работе [4] задаются: уравнение линии центров базовой циклической поверхности $r(u)$, закон изменения радиуса образующей окружности $R(u)$, функция нормали плоскости образующей окружности $n(u)$, функции ортогональной системы прямоугольных координат в плоскости образующей окружности $e_0(u)$, $g_0(u)$. Полученные векторные уравнения [10] использовались для построения поверхностей в системе Mathcad. В частности, на рис. 5 представлены криволинейные коробчатые многогранные поверхности с различным числом граней, с образующими постоянного и переменного радиуса, в том числе закрученные коробчатые поверхности. Здесь за линию центров образующих окружностей принимается синусоида $x = u$, $y = a \sin(u)$ для $a = 0,75$, $u = 0 - 2\pi$. Отметим, что в статье [11] рассматриваются аналогичные поверхности с системой плоских образующих кривых в нормальной плоскости направляющей кривой, что позволяет использовать полученные векторные уравнения с целью математического моделирования поверхности автомобильной дороги.

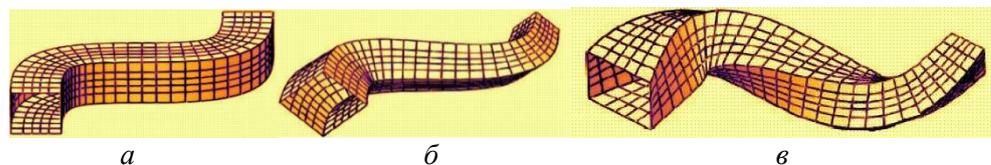


Рис. 5. Поверхности постоянного сечения (а); радиус образующей окружности базовой поверхности меняется линейно (б); представлены закрученные коробчатые поверхности с параметрами поверхностей, аналогичными поверхностям б (в)

Заключение

В работах [12, 13] был подробно исследован математический аппарат пространственного моделирования трасс автомобильных дорог, установлена

связь между эмпирическими данными, полученными в ходе многолетних наблюдений за пространственным сочетанием кривых в плане и профиле при проектировании автомобильных дорог, и понятием зрительной ясности и плавности ведущих линий (кромки, бровки), их влиянием на психоэмоциональное состояние водителей, видимость, правильное распознавание направления движения (особенно при высоких скоростях движения) и в конечном счете на безопасность.

Установлена связь между традиционными понятиями – зрительной ясностью и плавностью трассы автомобильной дороги и математическим свойством – кручением пространственной кривой Безье 5-й степени. Построены графики зависимости сочетания кривых в плане и продольном профиле с установлением идеального сочетания (плоские кривые) и допустимыми отклонениями (пространственные кривые).

Представлены рекомендации по трассированию автомобильных дорог средствами автоматизированного проектирования с использованием составных кривых Безье 5-й степени, позволяющие исключить провалы пространственной видимости, зрительную ясность и плавность вновь проектируемых автомобильных дорог. Данные рекомендации являются обобщением хорошо известных требований ландшафтного проектирования на основе аппарата плоских кривых [14, 15]. Однако при моделировании ремонтов и капитальных ремонтов данный математический аппарат приводит к увеличению сметной стоимости строительства автомобильных дорог.

В результате проведенного исследования, представленного в настоящей статье, предлагается использование нового математического аппарата – пространственного моделирования трасс автомобильных дорог при ремонтах и капитальных ремонтах на основе коробчатых поверхностей, образуемых движением незамкнутого многогранника. Данная математическая модель может использоваться в технологии информационного моделирования (ВІМ моделирования) автомобильных дорог.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Скворцов А.В.* Триангуляция Делоне и её применение. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2002. 128 с.
2. *Скворцов А.В.* Построение сверхбольшой триангуляции // Известия вузов. Физика. 2002. № 6. С. 22–25.
3. *Бойков В.Н., Шумилов Б.М.* Сплаины в трассировании автомобильных дорог. Томск : Изд-во ГУ Том. ЦНТИ, 2001. 164 с.
4. *Иванов В.Н.* Геометрия циклических поверхностей // Сборник научных трудов аспирантов инженерного факультета. Вып. VIII. Москва : РУДН, 1971. С. 137–142.
5. *Ivanov V.N.* The problems of the geometry and the architectural design of shells based on cyclic surfaces // Spatial structures in new and renovation projects of buildings and construction; theory, investigation, design, erection : Proceedings international congress ICSS-98, June 22–26, 1998, Moscow, Russia. V. 2. Moscow : CSRCR, 1998. С. 539–546.
6. *Иванов В.Н.* Циклические поверхности (геометрия, классификация и конструирование оболочек) // Архитектура оболочек и прочностной расчет тонкостенных строительных и машиностроительных конструкций сложной формы : труды Международной научной конференции, Москва, 4–8 июня 2001 г. Москва : Изд-во РУДН. С. 127–134.
7. *Иванов В.Н.* Геометрия и конструирование оболочек на основе поверхностей с системой координатных линий в плоскостях пучка // Пространственные конструкции зданий и со-

- оружений. Вып. 9 / Сборник научных трудов МОО «Пространственные конструкции». Москва : Девятка ПРИНТ, 2004. С. 26–35.
8. *Иванов В.Н.* Некоторые вопросы теории поверхностей с семейством плоских координатных линий // Расчет оболочек строительных конструкций. Москва : РУДН, 1977. С. 37–48.
 9. *Иванов В.Н.* Некоторые проблемы геометрии поверхностей с системой плоских координатных линий // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2010. № 3. С. 6–15.
 10. *Иванов В.Н.* Векторные уравнения при построении поверхностей в системе «MathCad» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2005. № 2 (12). С. 90–92.
 11. *Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Мустакимова С.А.* Геометрическое моделирование сложных поверхностей пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ. Серия: Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. 2011. № 4 (18). С. 182–185.
 12. *Елугачёв П.А.* Пространственное трассирование автомобильных дорог кривыми Безье : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва : МАДИ, 2007. 218 с.
 13. *Бойков В.Н.* Теоретические основы и практические методы автоматизированного трассирования реконструируемых автомобильных дорог : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва : МАДИ, 1999. 379 с.
 14. *Бойков В.Н., Елугачёв М.А., Елугачёв П.А.* Применение кривых Безье при трассировании автомобильных дорог // НИТ в Дорожной отрасли. 2005. № 3. С. 17–20.
 15. *Бойков В.Н., Елугачев П.А., Крысин П.С.* Актуальность метода пространственного трассирования автомобильных дорог // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2006. № 1. С. 145–149.

REFERENCES

1. *Skvortsov A.V.* Triangulyatsiya Delone i ee primeneniye [Delaunay triangulation and its application]. Tomsk: TSUAB, 2002. 128 p. (rus)
2. *Skvortsov A.V.* Postroeniye sverkhbol'shoi triangulyatsii [Construction of an extra large triangulation]. *Izvestiya vuzov. Fizika*. 2002. No. 6. Pp. 22–25. (rus)
3. *Boikov V.N., Shumilov B.M.* Splainy v trassirovaniy avtomobil'nykh dorog [Splines in routing of automobile roads]. Tomsk, 2001. 164 p. (rus)
4. *Ivanov V.N.* Geometriya tsiklicheskih poverkhnostei [Geometry of cyclic surfaces]. In: *Sbornik nauchnykh trudov aspirantov inzhenernogo fakul'teta (Coll. Papers of Research Assistants of Engineering Faculty)*. Moscow, 1971. No. 8. Pp. 137–142. (rus)
5. *Ivanov V.N.* The problems of the geometry and the architectural design of shells based on cyclic surfaces. In: *Proc. Int. Congr. 'Spatial Structures in New and Renovation Projects of Buildings and Construction; Theory, Investigation, Design, Erection'*, June 22–26, Moscow, 1998. V. 2. Pp. 539–546.
6. *Ivanov V.N.* Tsiklicheskie poverkhnosti (geometriya, klassifikatsiya i konstruirovaniye obolochek) [Cyclic surfaces (geometry, classification and design of shells)]. In: *Arkhitektura obolochek i prochnostnoi raschet tonkostennykh stroitel'nykh i mashinostroitel'nykh konstruktssii slozhnoi formy trudy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Proc. Sci. Conf. 'Architecture of Shells and Strength Analysis of Thin-Walled Buildings and Engineering Structures of Complex Shape')*. Moscow, 2001. Pp. 127–134. (rus)
7. *Ivanov V.N.* Geometriya i konstruirovaniye obolochek na osnove poverkhnostei s sistemoy koordinatnykh linii v ploskostyakh puchka [Geometry and design of shells based on surfaces with coordinate lines in beam planes]. In: *Sbornik nauchnykh trudov "Prostranstvennyye konstruktssii" (Coll. Papers 'Spatial Structures')*. Moscow: Devyatka PRINT, 2004. No. 9. Pp. 26–35. (rus)
8. *Ivanov V.N.* Nekotorye voprosy teorii poverkhnostei s semeistvom ploskikh koordinatnykh linii [Issues of theory of surfaces with a family of plane coordinate lines]. In: *Raschet obolochek stroitel'nykh konstruktssii*. Moscow: RUDN, 1977. Pp. 37–48. (rus)

9. *Ivanov V.N.* Nekotorye problemy geometrii poverkhnosti s sistemoi ploskikh koordinatnykh linii [Problems of surface geometry with a system of plane coordinate lines]. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii*. 2010. No. 3. Pp. 6–15. (rus)
10. *Ivanov V.N.* Vektornye uravneniya pri postroenii poverkhnosti v sisteme MathCad [Vector equations in surface construction in MathCad]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Inzhenernye issledovaniya*. 2005. No. 2 (12). Pp. 90–92. (rus)
11. *Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A.* Geometricheskoe modelirovanie slozhnykh poverkhnosti pruzhinno-vitykh kanalov teploobmennyykh ustroystv [Geometric modeling of complex surfaces of spring-twisted channels of heat exchange devices]. *Izvestiya KGASU. Seriya: Teplosnabzhenie, ventilyatsiya, konditsionirovanie vozdukha, gazosnabzhenie i osveshchenie*. 2011. No. 4 (18). Pp. 182–185. (rus)
12. *Elugachev P.A.* Prostranstvennoe trassirovanie avtomobil'nykh dorog krivymi Bez'e: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Road spatial routing using Bezier curves. PhD Thesis]. Moscow: MADI, 2007. 218 p. (rus)
13. *Boikov V.N.* Teoreticheskie osnovy i prakticheskie metody avtomatizirovannogo trassirovaniya rekonstruiemykh avtomobil'nykh dorog: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Theoretical foundations and practical methods of road automated routing. DSc Thesis]. Moscow: MADI, 1999. 379 p. (rus)
14. *Boikov V.N., Elugachev M.A., Elugachev P.A.* Primenenie krivykh Bez'e pri trassirovanii avtomobil'nykh dorog [Road lay-out using Bezier curves]. *NiT v Dorozhnoi otrasli*. 2005. No. 3. Pp. 17–20. (rus)
15. *Boikov V.N., Elugachev P.A., Krysin P.S.* Aktual'nost' metoda prostranstvennogo trassirovaniya avtomobil'nykh dorog [Relevance of road spatial lay-out]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2006. No. 1. Pp. 145–149. (rus)

Сведения об авторах

Елугачев Павел Александрович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, nauka@tsuab.ru

Эшаров Элзарбек Асанович, канд. физ.-мат. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, elzare78@mail.ru

Шумилов Борис Михайлович, докт. физ.-мат. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Кудуев Алтынбек Жалилбекович, канд. техн. наук, доцент, Ошский государственный университет, 722000, Кыргызская Республика, г. Ош, ул. Ленина, 331.

Authors Details

Pavel A. Elugachev, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2 Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia, nauka@tsuab.ru

Elzarbek A. Esharov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2 Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia, elzare78@mail.ru

Boris M. Shumilov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2 Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia.

Altynbek Zh. Kuduev, PhD, A/Professor, Osh State University, 331, Lenin Str., 722000, Osh, Kyrgyz Republic.