

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»

---

**СОВРЕМЕННЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНЫХ  
ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК**

**Труды Молодежного международного  
научно-практического семинара  
молодых ученых и студентов**

*Москва, 6–8 декабря 2016 г.*

Москва  
Российский университет дружбы народов  
2016

УДК 69(063)  
ББК 38+65.31  
С56

У т в е р ж д е н о  
*РИС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов*

*Издание подготовлено при финансовой поддержке Российского фонда  
фундаментальных исследований, грант № 16-38-10439 мол\_г.*

П о д о б щ е й р е д а к ц и е й  
кандидата технических наук, доцента *А.С. Марковича*

**С56      Современные исследования в области прикладных  
инженерных наук** : труды Молодежного международного  
научно-практического семинара молодых ученых и студен-  
тов. Москва, 6–8 декабря 2016 г. / под общ. ред. А. С. Мар-  
ковича. – Москва : РУДН, 2016. – 315 с. : ил.

Приводится содержание основных докладов Молодежного между-  
народного научно-практического семинара молодых ученых и студентов  
«Современные исследования в области прикладных инженерных наук»,  
проходившего с 6 по 8 декабря 2016 г. в Москве. Семинар был организо-  
ван Российским университетом дружбы народов при финансовой под-  
держке Российского фонда фундаментальных исследований.

В рамках Международного научно-практического семинара моло-  
дых ученых и студентов работали две секции. Материалы для публика-  
ции отобраны Оргкомитетом семинара в соответствии с рекомендациями  
независимых рецензентов и расположены по секциям. Труды публикуют-  
ся в авторской редакции.

Труды Международного научно-практического семинара молодых  
ученых и студентов могут представлять интерес для научных работников,  
аспирантов, инженеров, занимающихся аналогичными задачами, и будут  
полезны для преподавателей и студентов высших учебных заведений  
инженерного профиля.

Издание подготовлено Оргкомитетом Международного научно-  
практического семинара.

ISBN 978-5-209-07755-8

© Коллектив авторов, 2016  
© Российский университет  
дружбы народов, 2016

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**  
**PEOPLES FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA**

---



Молодежный международный научно-практический  
семинар молодых ученых и студентов

**СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ  
ПРИКЛАДНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК**

**ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ ИЗВЕСТНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Москва, 6-8 декабря 2016 г.

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С НЕТОЧЕЧНЫМИ ФОКУСАМИ**

С.Н.ШЕВЧЕНКО,

*Национальный университет гражданской защиты Украины,  
61000, Украина, г. Харьков, Чернышевского, 94*

*Рассмотрен метод расчета отражающей поверхности, способной при попадании на нее семейства параллельных лучей сосредоточить отраженные лучи на фокальной поверхности в виде участка сферы.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *отражающая поверхность, отраженные лучи, фокальная поверхность, ортотомика, извещатель дыма.*

Из учебного курса аналитической геометрии известен эллипсоид вращения, обладающий свойством собирать отраженные лучи в одном фокусе, если их источник располагается в другом фокусе. Аналогичное свойство имеет и параболоид вращения – направленные вдоль оси вращения параллельные лучи соберутся в его фокусе. Однако на практике необходимо рассматривать и случаи, когда фокальным (focale) объектом является некоторая поверхность. Наглядный пример предоставляют бесконтактные паяльники, предназначенные для пайки микросхем, особо чувствительных к электростатике, и состоящие из нагревательного элемента и отражателя, собирающего отраженные тепловые лучи в точку паяния. К этому типу приборов относятся и рубиновые лазеры, для «накачки» которых используется мощный источник света, и отражатель, собирающий отраженные световые лучи на поверхности рубинового цилиндра. Также известны и попытки согласовать формы отражательных поверхностей прожекторов с формой баллонов их ксеноновых (криптоновых) ламп.

При проектировании указанного класса отражателей необходимо учитывать геометрические формы активных поверхностей как источников излучения (тепла, света, т.п.), так и приемников излучения. Поэтому актуальными будут исследования, направленные на разработку способа расчета

формы отражателя, способного «разместить» отраженные лучи на поверхности приемника (по наперед заданному закону).

Основу геометрического моделирования методами синтетической геометрии отражателей излучения разнообразной физической природы составляют работы профессора А.Л.Подгорного [1]. Он является автором геометрической модели поступления солнечных лучей в заданную точку пространства, которую можно рассматривать как «обратную» модель для синтеза формы отражателя осветительного прибора. Эту модель было положено в основу ряда исследований, связанных с расчетами солнечного облучения, в том числе и для определения формы концентратора солнечных лучей.

В работах [2, 3] приведен метод составления дифференциального уравнения, решением которых является описание «квазиэллипса» с неточечным фокусом. Эти результаты дополняют разработки методов описания отражательных поверхностей, для которых характерным является наличие не только единой фокальной точки (как в классическом случае), а определенного участка другой фокальной линии (поверхности). В работе [4] приведен метод расчета формы поверхности отражателей в зависимости от формы баллонов ксеноновых (криптоновых) ламп для повышения эксплуатационных характеристик прожекторов.

Поскольку отражателями являются преимущественно поверхности вращения, то далее будем рассматривать профилирование их образующих в плоскости осевого сечения.

Пусть на плоскости  $Oxy$  задана дуга  $\{S\}$  фокальной линии  $x_s = X(t)$ ;  $y_s = Y(t)$ , где параметр  $t$  изменяется в пределах  $t_1 \leq t \leq t_2$ . Считается, что источником лучей может являться каждая из точек  $\{S\}$ . Необходимо определить форму такой отражающей кривой, чтобы отраженные от нее лучи разместились параллельно направлению оси  $Ox$ . При этом каждой точке фокальной линии должна отвечать точка на отражающей кривой.

Учитывая результаты работы [3] будем считать, что искомую отражающую кривую можно описать уравнением  $y = f(x)$ . Также обозначим через  $S(x_s, y_s)$  точку источника лучей, через  $Q(x_Q, y_Q)$  – точку мнимого источника лучей, соответствующей точке

$M(x, y)$  падение луча на отражающую кривую, а через  $T(x_T, y_T)$  – некоторую точку на отраженном луче.

Для составления дифференциального уравнения, которому будет удовлетворять функция  $f(x)$ , нужно использовать уравнение ортотомии [5]:

$$x_Q(x) = \frac{(2x - x_S) \left( \frac{df}{dx} \right)^2 - 2(f - y_S) \frac{df}{dx} + x_S}{1 + \left( \frac{df}{dx} \right)^2}; \quad (1)$$

$$y_Q(x) = \frac{y_S \left( \frac{df}{dx} \right)^2 - 2(x - x_S) \frac{df}{dx} - y_S + 2f}{1 + \left( \frac{df}{dx} \right)^2}.$$

Рассмотрим отрезок  $QT$  прямой, проходящий через точку падения луча  $M(x, f(x))$ , ей соответствующую точку  $Q(x_Q, y_Q)$  на ортотомике, и точку  $T(x_T, y_T)$  на отраженном луче. Уравнение отрезка  $QT$  имеет вид:

$$(x_T - x_Q)(f(x) - y_Q) - (y_T - y_Q)(x - x_Q) = 0, \quad (2)$$

где значение  $x_Q$  и  $y_Q$  задано выражениями (1). Выделим из уравнения (2) производную:

$$\frac{df}{dx} = \frac{U + \sqrt{W}}{V}, \quad (3)$$

где

$$U = x^2 - f^2 - xx_T + y_T f + x_T x_S - y_T y_S + y_S f - xx_S;$$

$$V = x_T f + x_S f - y_T x_S + xy_S - 2xf - x_T y_S + xy_T;$$

$$W = ((y_T - f)^2 + (y_T - x)^2)((x - x_S)^2 + (f - y_S)^2).$$

Выражение (3) будет тем дифференциальным уравнением, решение которого поможет найти искомую функцию  $y = f(x)$ . Иначе говоря, луч, вышедший из точки  $S(x_S, y_S)$ , после отражения от графика функции  $y = f(x)$  должен достичь точки  $T(x_T, y_T)$ . Так как формула (3) является «симметричной» относительно координат точек  $S$  и  $T$ , то имеет место «обратное» утверждение:

луч, вышедший из точки  $T(x_T; y_T)$ , после отражения от графика функции  $y = f(x)$  достигнет точки  $S(x_S, y_S)$ .

В работе [3] предложено следующее определение. Квазипараболой называется кривая, которая по оптическим свойствам подобна традиционной параболе, но фокус которой будет не точечным, а рассредоточенным вдоль фокальной линии.

Для составления дифференциального уравнения квазипараболы необходимо в уравнении (3) учесть то, что при  $y_T = 0$ ;  $x_T \rightarrow \infty$ . В результате предельного перехода получим дифференциальное уравнение

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{x_S - x + \sqrt{(x - x_S)^2 + (f(x) - y_S)^2}}{f(x) - y_S}. \quad (4)$$

При условии  $t_1 \leq t \leq t_2$  каждой точке  $A(x, f(x))$  квазипараболы будут соответствовать точки фокальной линии

$$\begin{aligned} x_S &= \varphi\left(t_2 - \frac{(t_2 - t_1)(b - x)}{b - a}\right); \\ y_S &= \psi\left(t_2 - \frac{(t_2 - t_1)(b - x)}{b - a}\right). \end{aligned} \quad (5)$$

Для «привязки» точки  $S(x_S, y_S)$  к дуге фокальной линии достаточно учесть ее описание  $x_S = \varphi(t)$ ;  $y_S = \psi(t)$ , где  $t$  меняется в пределах  $t_1 \leq t \leq t_2$ , а также то, что при этом главным управляющим параметром будет  $x$  из интервала  $[a \leq x \leq b]$ . Поставить переменной  $x$  в соответствие точки дуги фокальной линии можно при помощи формулы  $t = t_2 - \frac{(t_2 - t_1)(b - x)}{b - a}$ . В этом случае, когда

переменная  $x$  будет пробегать точки интервала  $[a \dots b]$ , то точка  $S(x_S, y_S)$  будет пробегать соответствующие точки дуги фокальной кривой.

Пусть источник лучей расположен в несобственной точке  $T(\infty; const)$ . Тогда из дифференциального уравнения (4) можно найти описание  $y = f(x)$  отражающей кривой, проходящей через точку  $K(x_K; y_K)$  такое, что отраженные от нее лучи пересекут все точки кривой (5) при условии  $a \leq x \leq b$ .

Рассмотрим на плоскости  $Oxy$  фокальную кривую в виде дуги эллипса  $x = x_0 + c \cos t$ ;  $y = y_0 + d \sin t$ , где параметр  $t$  изменяется в пределах  $t_1 \leq t \leq t_2$ . Привязку отраженных лучей к фокальной кривой осуществим при помощи

$$\begin{aligned} x_S &= x_0 + c \cos \left( t_2 - \frac{(t_2 - t_1)(b - x)}{b - a} \right); \\ y_S &= y_0 + d \sin \left( t_2 - \frac{(t_2 - t_1)(b - x)}{b - a} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Рассмотрим пример профилирования отражающей кривой при условии, что фокальной кривой является дуга окружности радиуса 60 и с центром в точке  $(-40; 0)$ . При этом падающие лучи считаются параллельными оси  $Ox$  и направлены справа налево (далее на рисунке не показаны).

Приведем результаты расчетов для параметров:  $a = -66$ ;  $b = 45$ ;  $x_k = 40$ ;  $y_k = 120$ ;  $t_1 = -\pi$ ;  $t_2 = 0$ ;  $c = 60$ ;  $d = -60$ ;  $x_0 = -40$ ;  $y_0 = 0$ .

На рис. 1 изображено отражающую кривую на поле изоклин дифференциального уравнения совместно с фокальной кривой (а), а также семейство отраженных лучей, падающих на фокальную кривую (б).

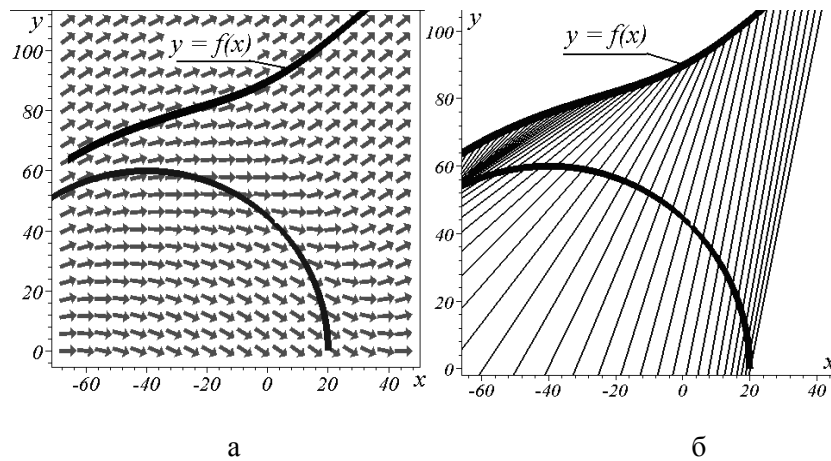


Рис. 1. Отражающая кривая на поле изоклин совместно с фокальной дугой окружности (а), семейство отраженных лучей, падающих на фокальную дугу окружности (б)



Изображения получены в результате приближенного решения уравнения типа (4) с условием  $f(40) = 120$  (здесь сохранен синтаксис языка Maple):

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} f(x) = & (-40 + 60 \cdot \cos(-1.272972973 + 0.02828828829 x) - x + (x^2 \\ & - 2 x (-40 + 60 \cdot \cos(-1.272972973 + 0.02828828829 x)) \\ & + 120 \cdot \sin(-1.272972973 + 0.02828828829 x) f(x) \\ & + 3600 \cdot \sin(-1.272972973 + 0.02828828829 x)^2 + f(x)^2 \\ & + (-40 + 60 \cdot \cos(-1.272972973 + 0.02828828829 x))^2)^{(1/2)}) / ( \\ & 60 \cdot \sin(-1.272972973 + 0.02828828829 x) + f(x)) \end{aligned}$$

На рис. 2 приведена отражающая поверхность, способная сосредоточить падающие вдоль ее оси параллельные лучи на части поверхности сферы.



Рис. 2.

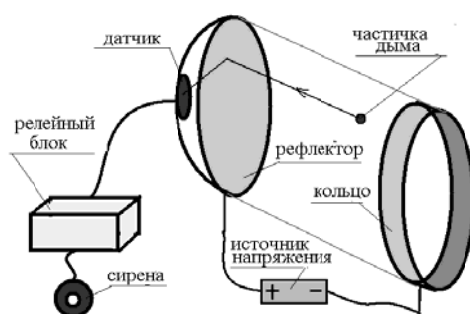


Рис. 3. Предложенная схема наносенсорного извещателя дыма типа «электронный нос»

Приведем возможное приложение способа профилирования отражателя для конструирования извещателя дыма. Современные разработки извещателей дыма используют нанокomпозиционные материалы, определяющих основу новых химических сенсоров типа «электронный нос» [6]. Принцип действия наносенсорных чувствительных датчиков основан на изменении электропроводности нанокomпозиционной пленки под действием паров вещества дыма. Для повышения эффективности действия извещателей дыма указанного типа целесообразно их конструкции

снабдить устройствами для концентрирования частиц на чувствительной поверхности наносенсорного датчика. На рис. 3 приведена возможная схема наносенсорного извещателя дыма. Принцип действия состоит в следующем. Частица дыма (размером 5 - 10 мкм [7, 8]) разгоняются в электрическом поле, созданного разностью потенциалов между кольцом и отражателем (диаметр кольца 50 - 70 мкм). После механического отражения частица попадает на датчик и регистрируется исполнительным устройством.

#### *Заключение.*

Решение дифференциального уравнения (4) позволяет определить отражающую кривую, способную отразить параллельные вдоль оси лучи, и сосредоточить их на фокальной кривой в виде дуги окружности.

#### Литература

1. Подгорный А.Л. К вопросу автоматизации инсоляционных расчетов // Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып.31. Київ: Будівельник, 1981. – С.12– 13.
2. Сітабдієва О.Л. Геометричне моделювання квазіеліпсоїдів з неточковими фокусами // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2005. Вип. 9. – С. 122-127
3. Куценко Л.М., Сухобоков А.Ф. Квазіпарабола з неточковими фокусом як основа відбивача освітлювального приладу // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Вип. 75. Київ: КНУБА, 2005. – С. 58-64
4. Ушаков Л.В. Проектування відбивача освітлювального приладу на основі квазіпараболи з неточковим фокусом // Прикладна геометрія та інженерна графіка – Київ: КНУБА, 2006. – Вип. 76. – С. 137-142.
5. Підгорний О.Л., Куценко Л.М. Опис подери, ортотоміки і катакаустики як елементів відбивальної системи // Труды / Таврическая гос. агротехн. академия. - Вип. 4, том 10. - Мелитополь: ТГАТА, 1999 - С. 14 - 18.
6. Детекторы дыма. Электронный ресурс. Режим доступа:

[Http://www.asutpp.ru/datchiki/datchik-pozharnoj-signalizacii.html](http://www.asutpp.ru/datchiki/datchik-pozharnoj-signalizacii.html)

7. Яблоков М. Комбинированный пожарный извещатель для сверххранного обнаружения очагов возгорания. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://house-control.org.ua/article/3500/m--yablokov--kombinirovannyi-pojarnyy-izveshatel-dlya-sverhhrannego-obnaruzheniya-ochagov-vozhgoraniya-/>

8. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма // А.В.Зайцев / Алгоритм безопасности. 2012, №№ 3, 4, 5.

#### References

1. Podgorniy A.L. Kvoprosu avtomatizatsii insolyatsionnykh raschetov // Prikladnaya geometriya i inzhenernaya grafika. Vyp. 31. Kiyv: Budivelnik, 1981. – S. 12–13.

2. Sitabdieva O.L. Geometrichne modelyuvannyakvazielipsoïdivznetochkovimifokusami // Geometrichnetakomp'yuternemodelyuvannya. Kharkiv: KhDUKhT, 2005. Vip. 9. – S. 122-127

3. Kutsenko L.M., Sukhobokov A.F. Kvaziparabolaznetochkovimifokusomyakosnovavidbivachasvitlyuval'nogopriladu // Prikladnaya geometriya i inzhenernaya grafika. Vip. 75. Kiyv: KNUBA, 2005. – S. 58-64

4. Ushakov L.V. Proektuvannyavidbivachasvitlyuval'nogopriladunaosnovi kvaziparaboliznetochkovimifokusom // Prikladnaya geometriya i inzhenernaya grafika – Kiyv: KNUBA, 2006. – Vip. 76. – S. 137-142.

5. Pidgornii O.L., Kutsenko L.M. Opispoderi, ortotomiki i katakaustiki yakelementivvidbival'noi sistemi // Trudy / Tavricheskayagos. agrotekhn. akademiya. - Vyp. 4, tom 10. - Melitopol': TGATA, 1999 - C. 14 - 18.

6. Detektor dyma. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <http://www.asutpp.ru/datchiki/datchik-pozharnoj-signalizacii.html>

7. Yablokov M. Kombinirovannyi pozharnyy izveshchatel" dlya sverhhrannego obnaruzheniya ochagov vozhgoraniya. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <http://house-control.org.ua/article/3500/m--yablokov--kombinirovannyi-pojarnyy-izveshatel-dlya-sverhhrannego-obnaruzheniya-ochagov-vozhgoraniya-/>

8. Zaitsev A. V. *Chuvstvitel'nost' pozharnykhizveshchatelei k razlichnymtipamdyma* // A.V.Zaitsev / *Algoritmbezopasnosti*. 2012, №№ 3, 4, 5.

**GEOMETRICAL DESIGN SURFACES OF REFLECTORS  
WITH UNPOINT FOCUSES**

S.Shevchenko, NUCDU, Kharkov, Ukraine

*The method of calculation surface of reflector, capable at hits on her of family of parallel rays to concentrate rays of reflection on a focal surface as an area of sphere, is considered.*

**KEYWORDS:** *surface of reflector, sensor of smoke, focal surface, ortotomica, rays of reflection.*



## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарные доклады известных специалистов

<b>Г.А. Мануйлов, М.М. Бегичев.</b> Об оценке допустимой нагрузки продольного сжатия круговой цилиндрической оболочки.....	4
<b>А.У. Нуримбетов.</b> Колебание многослойного стержня в поле центробежных сил.....	15
<b>О.М. Семкив, Е.И. Сухарькова.</b> Расчет параметров колебания идеализированной пружины под тележкой для инициирования ее горизонтального движения.....	28
<b>С.Н. Шевченко.</b> Геометрическое моделирование отражающих поверхностей с неточечными фокусами.....	37

### Секция 1

Строительная механика оболочек. Геометрия и формообразование  
большепролетных пространственных конструкций

<b>Тхома Анамария.</b> Автоматическое моделирование в системе Autocad языком Autolisp.....	48
<b>М.С. Салех.</b> Принципы проектирования пассивных мультikomфортных зданий и их преимущества.....	52
<b>Ф.И. Атабиева.</b> К вопросу о воздействии ветрового потока на высотные и сверхвысотные здания.....	56
<b>А.И. Бондаренко.</b> Анализ возможности применения оболочек для временных сооружений.....	61
<b>Е.А. Миронова.</b> Будущее развитие архитектурной формы и конструктивной системы высотных зданий.....	66
<b>Е.О. Подлесная.</b> Обзор тонкостенных пространственных структур Сингапура.....	70
<b>А.И. Постовалова, А.Д. Зайцев.</b> Конструкции башен Петронас в г. Куала-Лампур (Малайзия).....	71
<b>Е.Н. Романова, Е.А. Туркина.</b> Формирование архитектурного пространства на основе геодезического купола.....	85
<b>Франко Ррапай.</b> Типы геликоидов в архитектуре и элементах зданий.....	99

<b>Сомарриба С. Лидия Н.</b> Космические висячие конструкции Макарова.....	107
<b>О.А. Тезадова.</b> Поверхности зонтичного типа в архитектуре..	113
<b>Н.А. Фролов.</b> Особенности параметрической архитектуры.....	120
<b>М.В. Чиркова.</b> Краткий обзор зданий, с использованием оболочек, архитектора Захи Хадид.....	129
<b>Е.В. Шемраева, И.В. Файзрахманова.</b> Анатомия небоскребов и перспектива их строительства в России.....	135
<b>А.В. Гаврикова.</b> К вопросу о пространственных структурах на примерах работ Сантьяго Калатравы.....	142
<b>Е.В. Ермакова, Е.Э. Рыбакова.</b> Обзор формы гиперболического параболоида и применение данной оболочки в строительстве зданий.....	154
<b>И. Сулиман.</b> Исследование вариантов развития оболочек в архитектуре.....	160
<b>Жан Поль Владимир.</b> Исследование линейчатых тонких винтовых оболочек.....	164
<b>А.М. Вольнова.</b> Применение тонкостенных пространственных структур в бионике.....	172
<b>А.С. Матлахова, С.Л. Шамбина.</b> Современные архитектурно- конструктивные подходы к проектированию пространственных конструкций.....	179

## Секция 2

Строительные материалы. Расчет конструкции и сооружений.  
Экономика строительства

<b>А. М.М. Альхамра.</b> Современные конструкции промышленных зданий.....	184
<b>А.В. Безбородов.</b> Инновационные технологии возведения монолитных железобетонных конструкций в высотном строительстве.....	191
<b>А.О. Маклашова.</b> Метод пневматического клина.....	201
<b>С. А. Газизова.</b> Технологии 3d-печати в строительстве. Особенности используемых строительных смесей.....	206

<b>К.Р. Геккиев.</b> Исследование современных покрытий дорожных конструкций автомобильных дорог.....	213
<b>Да Силва Д. Ф. Кисинжер, Н.А. Сташевская.</b> Технологии монолитного строительства в Сан-Томе и Принсипи.....	225
<b>Т.С. Имомназаров, А.А. Смолий, Г.А. Харисова.</b> Использование композитных материалов при благоустройстве городских территорий.....	231
<b>И.И. Зарипова, Д.А. Новиков.</b> Компьютерное моделирование свойств электропроводных композиционных материалов при производстве с применением мобильной бетономесительной установки.....	236
<b>А. П. Минина, Н.А. Сташевская.</b> Исследование фактической тепловой эффективности наружного стенового ограждения....	243
<b>А.С. Семирягина.</b> Актуальность использования железобетона в строительстве.....	251
<b>П.И. Серякова, Е.А. Киселёва.</b> Стеклофибробетон и его применение в строительстве.....	254
<b>И.В. Файзрахманова.</b> Использование стекла в остеклении и облицовке жилых и административных зданий.....	262
<b>Mikerego Emmanuel.</b> To the technical aspect and rentabilty of taking into accoumpt the influence of massonry infill walls in digning monolithic framed buildings.....	270
<b>Берте Фатогома.</b> Анализ роли строительного сектора в экономической жизни Кот д'Ивуар.....	274
<b>Д.Ф. Фабрикант.</b> Исследование принципов организации «перехватывающих» парковок в условиях мегаполиса.....	280
<b>О.Э. Штебеле.</b> Инновационные технологии в сфере строительства.....	288
<b>А.В. Безбородов.</b> Исследование эффективности применения в строительстве шлакощелочных вяжущих.....	293
<b>С.А. Газизова.</b> Фундаменты высотных зданий на примере «Лахта-центра».....	298
<b>А.И. Коренева.</b> Гиперболоидные конструкции.....	305



*Научное издание*

**СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНЫХ  
ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор *Н.А. Ясько*  
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

Подписано в печать 30.11.2016 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 18,37. Тираж 150 экз. Заказ 1762.

---

Российский университет дружбы народов  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

---

Типография РУДН  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. 952-04-41