



**ВЕСТНИК ПНИПУ.  
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**  
Т. 10, № 4, 2019  
**PNRPU BULLETIN.  
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**  
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>



DOI: 10.15593/2224-9826/2019.4.11

УДК 625.731.2

## **ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДВИЖНОЙ ДОРОЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

**В.В. Корневский<sup>1</sup>, Е.А. Мордик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

### О СТАТЬЕ

Получена: 09 августа 2019

Принята: 06 октября 2019

Опубликована: 10 января 2020

#### *Ключевые слова:*

геометрические параметры, геометрия дороги, транспортная развязка, графическое изображение обработки плана трассы, комплексная передвижная дорожная лаборатория.

### АННОТАЦИЯ

Актуальность исследования обусловлена тем, что любое сложное лабораторное оборудование требует соответствующей квалификации обслуживающего персонала. Успешно освоенный курс обучения оператора достаточен для большинства стандартных ситуаций, но не дает исчерпывающие представления об особенностях работы оборудования и программного обеспечения в сложных полевых условиях, что, в свою очередь, может вызвать затруднения в эксплуатации прибора и возрастание доли субъективных решений в получаемом результате. Полнее изучить работу сложного оборудования можно, только имея практический опыт его эксплуатации в разных условиях. Данная статья раскрывает особенности работы комплекса «Геометрия» передвижной дорожной лаборатории КП-514 СМП «Трасса», которая используется для определения параметров геометрических характеристик, ровности покрытия, прочности дорожной одежды и т.д. Ведущий подход к изучению этой проблемы – описательный метод, позволивший выявить особенности геометрических характеристик автомобильной дороги. Авторы детально изучили транспортную развязку на 73 км автомобильной дороги А-290 Новороссийск – Керченский пролив. В ходе исследования было установлено, что модуль «Геометрия» является достаточным для подтверждения безопасных условий движения и восстановления утраченных сведений о геометрии дороги, поскольку информация о наличии и параметрах переходных кривых не содержится в описании плана трассы. Кроме того, авторы пришли к выводу, что настройки программного обеспечения влияют на точность обработки исходной траектории и регулируют ее с помощью параметра «интервал сравнения» окна «настройки» программно-измерительного комплекса «Дорога-ПРО». Материалы статьи предполагают практическую значимость для преподавателей вузов инженерных специальностей.

© ПНИПУ

© Корневский Всеволод Валерьевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой, e-mail: vskor@mail.ru.  
Мордик Екатерина Александровна – ассистент, e-mail: erika\_2006@list.ru.

Vsevolod V. Korenevsky – Ph.D. in Technical Sciences, Head of the Department, e-mail: vskor@mail.ru.  
Ekaterina A. Mordik – Assistant, e-mail: erika\_2006@list.ru.

## ASSESSMENT OF THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE ROAD USING A MOBILE ROAD LABORATORY

V.V. Korenevsky<sup>1</sup>, E.A. Mordik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup>Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

---

### ARTICLE INFO

Received: 09 August 2019  
Accepted: 06 October 2019  
Published: 10 January 2020

#### Keywords:

geometric parameters, road geometry,  
transport interchange, graphic image  
of the processing of the route plan,  
integrated mobile road laboratory.

### ABSTRACT

The relevance of the study is due to the fact that any complex laboratory equipment requires the appropriate qualifications of staff. A successfully mastered operator training course is sufficient for most standard situations, but does not provide comprehensive ideas about the features of the equipment and software in difficult field conditions, which in turn can cause difficulties in the operation of the device and an increase in the share of subjective decisions in the result. A more complete study of the operation of complex equipment is possible only having practical experience in its operation in different conditions. This article reveals the features of the Geometry complex of the mobile road laboratory KP-514 SMP Highway, which is used to determine the parameters of geometric characteristics, evenness of the coating, the strength of the pavement, and so on. The leading approach to the study of this problem is a descriptive method, which allowed to identify the features of the geometric characteristics of the road. The authors studied in detail the transport interchange on 73 km of the A-290 Novorossiysk – Kerch Strait highway. During the study, it was found that the Geometry module is sufficient to confirm safe traffic conditions and restore lost information about the geometry of the road, since information on the presence and parameters of transition curves is not contained in the description of the route plan. In addition, the authors came to the conclusion that the software settings affect the accuracy of processing the initial path and adjust it using the “comparison interval” parameter of the “setup” window of the Road-PRO software and measuring complex. The materials of the article imply practical significance for university professors in engineering specialties.

© PNRPU

---

## Введение

Комплексная передвижная дорожная лаборатория КП-514 СМП «Трасса» является современным средством диагностики автомобильных дорог и позволяет с нормируемой точностью определять параметры ровности покрытия, величины сцепления, прочности дорожной одежды, геометрических характеристик и т.д. [1]. Оператор дорожной лаборатории проходит обязательное обучение, которое направлено на формирование навыков работы с оборудованием для получения максимально объективного результата в оптимальное время. Кроме того, лаборатория комплектуется подробным руководством пользователя [2].

Теоретических и практических знаний, получаемых операторами оборудования во время обучения, достаточно для большинства реальных условий использования прибора, однако зачастую возникают ситуации, когда аппаратное и программное обеспечение лаборатории должно быть особо точно настроено и взаимно согласовано для получения результата в границах отведенной точности. Такие настройки может обеспечить только опытный оператор. К примеру, работа модуля «Геометрия» на дороге низкой технической категории в горных условиях, когда радиусы закругления близки к минимальным [3], а отраженные сигналы GPS вносят существенные помехи, использование настроек по умолчанию может привести к совершенно не верным результатам: траектория проезда может пересечь сама себя.

Для получения правильного результата необходимы навыки работы с оборудованием (правильные настройки программного обеспечения), формируемые по мере накопления опыта работы в пограничных с возможностями оборудования условиях. Навыки, как правило, закрепляются индивидуально и передаются не строгими письменными инструкциями, а в результате общения более опытного сотрудника с менее опытным. Чем реже используется тот или иной измерительный комплекс, тем более длительное время накапливается производственный опыт и некоторые сведения фрагментарно утрачиваются за ненадобностью.

Эксплуатация комплексной передвижной дорожной лаборатории КП-514 СМП «Трасса», принадлежащей ФГБОУ ВО «КубГУ», а именно – модуля «Геометрия», позволяет систематизировать полученный опыт, проанализировать его и сформулировать рекомендации.

## **Материалы и методы**

В настоящее время измерение геометрических параметров регламентируется ГОСТ 33383–2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Методы определения параметров» [4], который предлагает несколько вариантов оборудования: геодезическое оборудование (нивелир, тахеометр), линейные измерители (рулетки, лазерные дальнометры), специализированные передвижные лаборатории, оснащенные гироскопическими датчиками. При этом ГОСТ оговаривает точность измерительного оборудования.

Сертификат о метрологической поверке комплексной передвижной дорожной лаборатории подтверждает заявленную точность, что позволяет закрыть соответствующую позицию легитимности процесса измерения. Требуемая точность формируется из показателей гироскопических датчиков, акселерометров и данных спутниковой навигационной системы GPS. Совокупная обработка трех сигналов позволяет легко добиться заявленной точности, несмотря на неизбежное техническое рыскание автомобиля-лаборатории, субъективного выдерживания водителем траектории движения и проч.

Также в составе передвижной дорожной лаборатории, кроме аппаратной измерительной части, присутствует программный сегмент – программно-измерительный комплекс «Дорога-ПРО», с использованием которого осуществляется завершающая стадия обработки информации. Определение геометрических характеристик существующей автомобильной дороги решает целый ряд задач, среди которых:

- восстановление геометрии существующей дороги (при утрате проектной и иной документации);
- оценка соответствия выполненных работ проектной документации (осуществляется при сдаче объекта в эксплуатацию);
- оценка соответствия участка дороги требованиям безопасности движения [5] и т.д.

Наиболее актуальными параметрами являются:

- определение элементов плана трассы автомобильной дороги;
- определение параметров продольного профиля;
- определение параметров поперечного профиля и виража.

Кроме того, одной из основных характеристик, определяющей безопасное движение, является расстояние видимости, которое, в свою очередь, формируется геометрией дороги [6–10]. Изучению подверглась транспортная развязка на км 73 автомобильной дороги А-290 Новороссийск – Керченский пролив – граница с Украиной и 3 км основного хода [7]. В распо-

ряжении имелись проектная и рабочая документация, а также геодезическая разбивка сооружения. Целью исследования явилось определение оптимальных режимов обработки данных плана трассы модуля «Геометрия» комплексной передвижной дорожной лаборатории КП-514СМП «Трасса». Исследовался участок протяженностью 3234 м, включающий 2504 м основного направления дороги (Iб техническая категория) и 730 м правоповоротного съезда к ст. Джигинка (рис. 1).

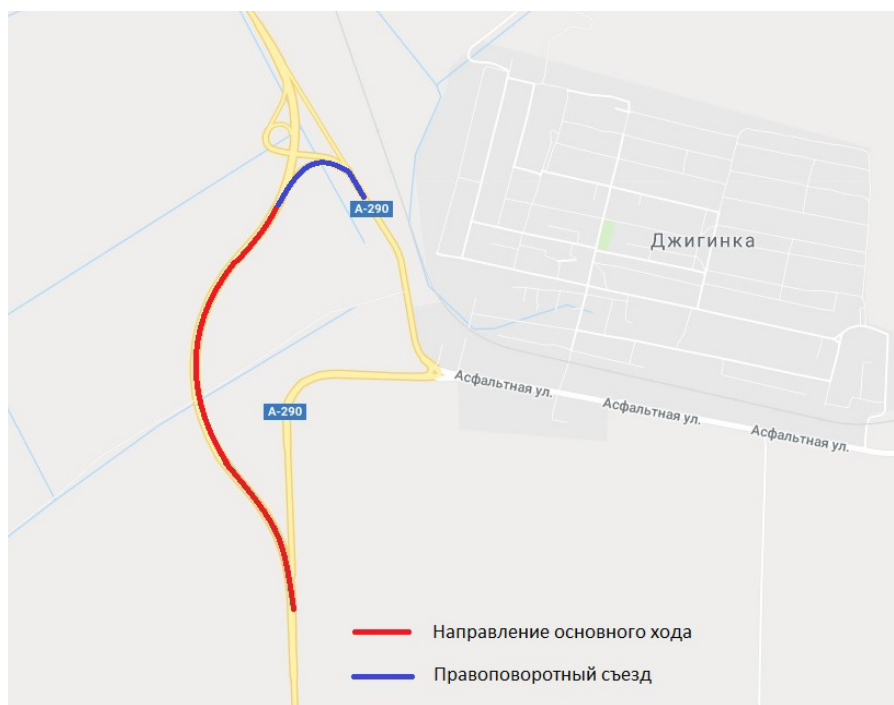


Рис. 1. Схема участка исследования  
Fig. 1. Scheme of the area research

## Результаты

Проезд автомобиля лаборатории осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 33383–2015 [4] по ближайшей к оси полосе движения. Помехи движению отсутствовали, поскольку на момент исследований участок строительства еще не был сдан в эксплуатацию. Результаты обработки данных замеров при настройках по умолчанию для участка основного хода Iб категории и правоповоротного съезда в сравнении с проектными данными приведены в табл. 1.

Обращает на себя внимание существенное расхождение величин радиусов и угла поворота для участка съезда: 170 м по проекту, 254 м по измерениям и  $127^\circ$  по проекту,  $101^\circ$  по измерениям. При этом сходимость параметров участка основного хода – в пределах заявленного допуска. При настройках обработки по умолчанию для низкой технической категории, например пятой, значения радиуса закругления для съезда приближаются к проектным (табл. 2, рис. 2), однако сопоставить угол поворота невозможно, поскольку одно закругление разбивается на несколько смежных [11–13]. При этом измеренные радиусы участка основного хода изменились незначительно и также находятся в пределах заявленного допуска. На рис. 2 приведено графическое сравнение различных режимов обработки трассы при настройках для Iб и V категорий.

Таблица 1

Параметры плана трассы исследуемого участка дороги при настройках обработки для Ib технической категории

Table 1

The parameters of the route plan of the studied road section with the processing settings for the technical category Ib

Номер угла	Величина угла, град		Радиус, м		Переходные кривые (проект)	Длина кривой, м		Длина прямой вставки, м	
	проект	измерение	проект	измерение		проект	измерение	проект	измерение
<i>Участок основного хода</i>									
1	83°01'	82°06'	830,00	856,00	120	1279,20	1228,00		
								0,00	32,00
2	-38°55'	-40°30'	1100,0	1123,0	120	683,28	795,00		
<i>Участок съезда</i>									
1	<b>127°9'</b>	<b>101°25'</b>	<b>170,0</b>	<b>254,0</b>	65	442,27	450,00		

Таблица 2

Параметры плана трассы исследуемого участка дороги при настройках обработки для V технической категории

Table 2

The parameters of the route plan of the investigated road section with the processing settings for the V technical category

Номер угла	Величина угла, град		Радиус, м		Переходные кривые (проект)	Длина кривой, м		Длина прямой вставки, м	
	проект	измерение	проект	измерение		проект	измерение	проект	измерение
<i>Участок основного хода</i>									
1	83°01'	82°24'	830,00	860,00	120	1279,20	1237,00		
								0,00	19,00
2	-38°55'	-40°55'	1100,0	1131,0	120	683,28	773,00		
<i>Участок съезда</i>									
1	127°09'	126°45'*	170,0	174,0	65	442,27	–		

\* Величина угла получена суммированием углов поворота трех смежных закруглений: 14°31' + 90°48' + 20°36'.

При анализе графического изображения обработки плана трассы обращает на себя внимание существенное различие в положении исходной траектории (красный штрих-пунктир) и математически обработанной кривой: в режиме Ib категории расхождение существенны, в режиме V категории положение обеих кривых достаточно близкое.

В ходе анализа окна настроек параметров обработки (рис. 3) выявлено, что основное влияние на точность математического описания плана трассы оказывает позиция

«интервал сравнения». По умолчанию, для настроек под Iб категорию интервал сравнения равен 100 м, для V категории – 30 м [14, 15]. Влияние других параметров окна настройки на точность аппроксимации исходной траектории в рассматриваемом примере несущественно.

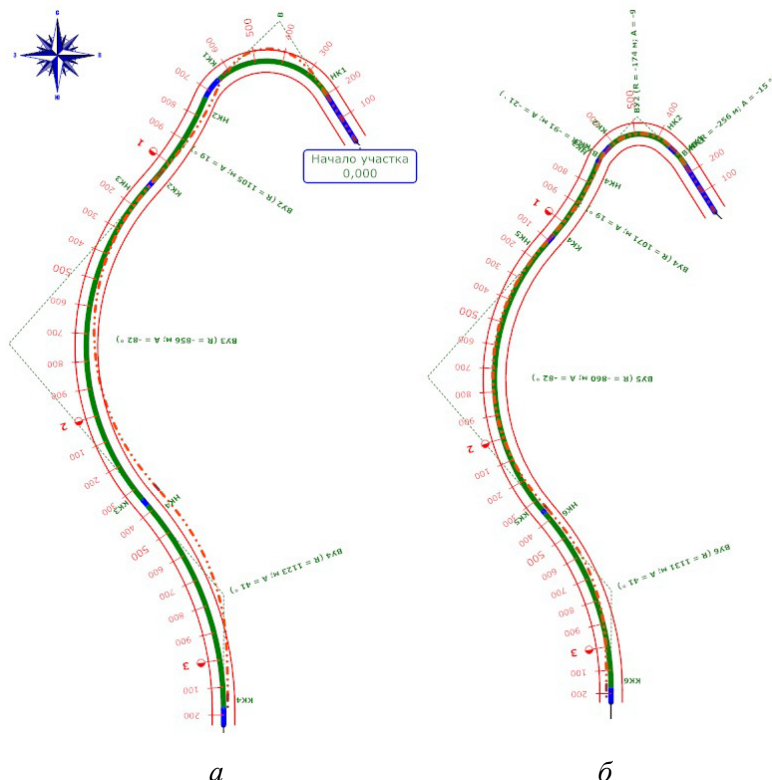


Рис. 2. Графическое сравнение режимов обработки плана трассы автомобильной дороги:

*а* – обработка под Iб категорию; *б* – обработка под V категорию

Fig. 2. A graphical comparison of the processing modes of the highway road plan:

*a* – processing under Iб category; *b* – processing under the V category

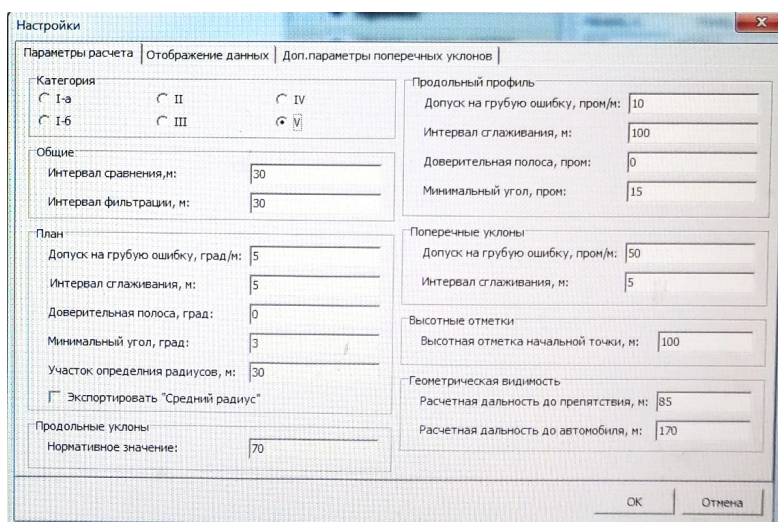


Рис. 3. Окно настроек режимов обработки данных о геометрии дороги

Fig. 3. The window of the settings for processing data on the geometry of the road

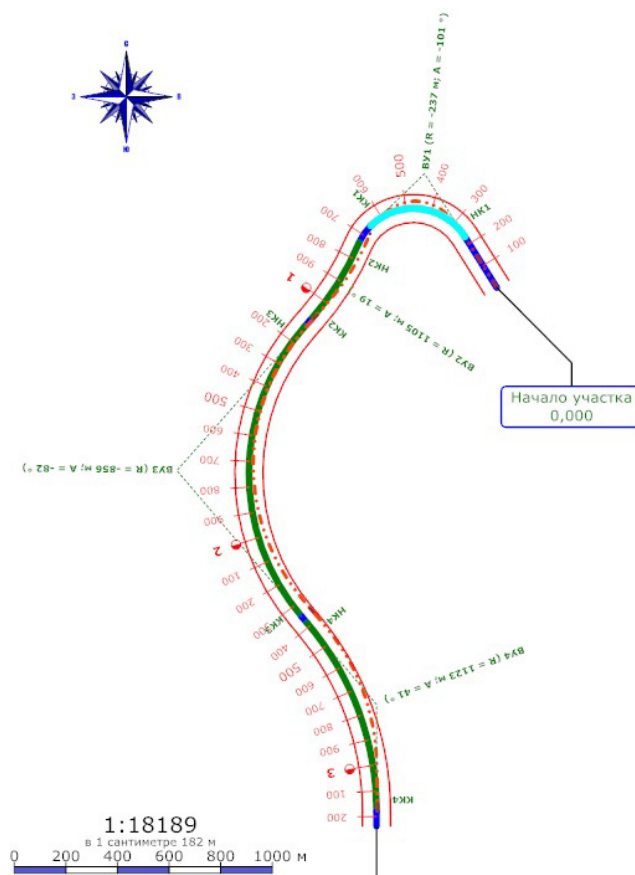


Рис. 4. Графическое изображение обработки плана трассы автомобильной дороги со значениями «интервала сравнения» 50 м

Fig. 4. A graphical representation of the processing of the road route plan with the values of the “comparison interval” of 50 m

Устанавливая значения «интервала сравнения» 50 м, добиваемся промежуточного результата аппроксимации исходной траектории (рис. 4), при этом параметры плана основного хода меняются несущественно, в пределах заявленной точности измерений, а закругление на съезде по-прежнему демонстрирует значения радиуса и угла поворота, не соответствующие реальным параметрам закругления.

## Выводы

Таким образом, в результате изучения режима работы модуля «Геометрия» комплексной передвижной дорожной лаборатории КП-514СМП «Трасса» на участке дороги с известными геометрическими характеристиками выявлено следующее:

1. Описание плана трассы не содержит информации о наличии и параметрах переходных кривых. Измеряется только радиус круговой кривой. В связи с этим подтверждение точности исполнения проекта с использованием КП-514СМП «Трасса» затруднительно, а для целей восстановления утраченных сведений о геометрии дороги и подтверждения безопасных условий движения модуль «Геометрия» достаточен.

2. Точность обработки исходной траектории зависит от настроек программного обеспечения и регулируется параметром «интервал сравнения» окна «настройки» программно-измерительного комплекса «Дорога-ПРО»: меньшие значения интервала сравнения (30 м)



приводят к более точному повторению исходной траектории, излишней дискретизации трассы по элементам и подходят для малых радиусов закругления (менее 200 м); большие значения интервала сравнения (100 м) подтверждают достаточную точность для величин радиусов более 800 м и углов поворота менее 80°.

## Библиографический список

1. Близниченко С.С. Универсальная передвижная дорожная лаборатория // Автомобильные дороги. – 1988. – № 6. – С. 17–18.
2. Программно-измерительный комплекс «Дорога-ПРО». Геометрия. Руководство пользователя. – Саратов: ООО «Титул-2005», 2017.
3. Близниченко С.С., Купин П.П., Игнатьев В.П. Проектирование кривых в плане на предгорных участках автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. – 1984. – № 6. – С. 136–139.
4. Тельманова А.С. Педагогический потенциал социально-культурной инфраструктуры Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2018. – № 44. – С. 185–192.
5. Близниченко С.С. О влиянии вертикальных кривых на режимы и безопасность движения транспортных потоков // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. – 1979. – № 12. – С. 102–105.
6. Мордик Е.А., Корневский В.В. Динамическое взаимодействие зон ограниченной видимости автомобиля и геометрических параметров автомобильной дороги // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всерос. (II Междунар.) конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. – 2014. – С. 23–27.
7. Корневский В.В. Выполнение работ по проведению приемочной диагностики автомобильной дороги и обследованию мостовых сооружений до приемки в эксплуатацию объекта: Реконструкция участков автомобильной дороги Новороссийск – Керченский пролив (на Симферополь). Строительство транспортной развязки на км 73 автомобильной дороги А-290 Новороссийск – Керченский пролив – граница с Украиной, Краснодарский край, 2018: отчет о НИР № 3.36.05.94-18 от 23.11.2018 (ООО «Красноармейское ДРСУ»).
8. Купин П.П., Гребенников Ф.П., Близниченко С.С. Аварийность автомобильного движения в стандартных дорожных условиях // Автомобильные дороги. – 1979. – № 9. – С. 17.
9. Конявский В.А. Иммуитет как результат эволюции ЭВМ // Защита информации. Инсайд. – 2017. – № 4 (76). – С. 46–52.
10. Купин П.П., Близниченко С.С., Игнатьев В.П. Проектирование кривых в плане на внутрихозяйственных дорогах // Автомобильные дороги. – 1984. – № 4. – С. 11–12.
11. Близниченко С.С. Обеспечение безопасности движения на вертикальных кривых // Автомобильные дороги. – 1989. – № 2. – С. 15–17.
12. Саркисов С.В., Путилин П.А., Валуйский В.А. Определение закономерностей изменения параметрических характеристик, а также вероятностных и технологических показателей функционирования системы водоснабжения // Инновации в современном мире: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Европейский фонд инновационного развития, 2015. – С. 25–28.
13. Конявский В.А. Компьютер с «вирусным иммунитетом» // Информационные ресурсы России. – 2015. – № 6 (148). – С. 31–34.



14. Ближниченко С.С. Проектирование вертикальных кривых переменного радиуса // Автомобильные дороги. – 1990. – № 1. – С. 16–17.

15. Вакуненко В.А., Путилин П.А. К вопросу разработки конструктивно-технологических решений подземных специальных фортификационных сооружений министерства обороны Российской Федерации // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. – 2016. – № 654. – С. 124–127.

## References

1. Bliznichenko S.S. Universalnaya peredvizhnaya dorozhnaya laboratoria [Universal mobile road laboratory]. *Avtomobilniye Dorogi*, 1988, no. 6, pp. 17–18.

2. Programno-izmeritelnyy kompleks “Doroga-PRO” [The software-measuring complex «Road-PRO»]. Saratov, LLC “Title-2005», 2017.

3. Bliznichenko S.S., Kupin P.P., Ignatiev V.P. Proektirovanie krivykh v plane na predgornykh uchastkakh avtomobilnykh dorog [Design of curves in plan on foothill sections of highways]. *Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo I arhitektura*, 1984, no. 6, pp. 136–139.

4. Telmanova A.S. Pedagogicheskiy potentsial sotsial'no-kul'turnoy infrastruktury Kemerovskoy oblasti [The pedagogical potential of the socio-cultural infrastructure of the Kemerovo region]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv*, 2018, no. 44, pp. 185–192.

5. Bliznichenko S.S. O vliyaniy vertikalnykh krivykh na rezhimy I bezhopasnost dvizheniya transportnykh potokov [On the influence of vertical curves on modes and traffic safety]. *Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo I arhitektura*, 1979, no. 12, pp. 102–105.

6. Mordik E.A., Korenevsky V.V. Dinamicheskoe vzaimodeistvie zon ogranichennoy vidimosti avtomobilya I geometricheskikh parametrov avtomobilnoy dorogi [Dynamic interaction of zones of limited visibility of the car and the geometric parameters of the road]. *Novoe v arhitekture, proektirovanii stroitelnykh konstruktsiy I rekonstruktsii. Materialy VIII Vserossiyskoy (II Mezhdunarodnoy) konferentsii*, 2014, pp. 23–27.

7. Korenevsky V.V. Otchet № 3.36.05.94-18 ot 23.11.2018 (ООО “Krasnoarmeiskoye DRSU”). Vypolneniye rabot po provedeniyu priyemchnoy diagnostiki avtomobilnoy dorogi i ob sledovaniyu mostovykh sooruzheniy do priemki v ekspluatatsiyu objekta: “Rekonstruktsiya uchastkov avtomobilnoy dorogi Novorossiysk-Kerchenskiy proliv (na Simferopol). Stroitelstvo transportnoy razviazki na km 73 avtomobilnoy dorogi A-290 Novorossiysk-Kerchenskiy proliv granica s Ukrainoi, Krasnodarskiy Krai [Research report No. 3.36.05.94-18 dated 11/23/2018 (LLC Krasnoarmeiskoye DRSU). Acceptance diagnostics of the highway and inspection of bridge structures before commissioning the facility: «Reconstruction of sections of the Novorossiysk-Kerch Strait highway (to Simferopol). Construction of a traffic intersection at km 73 of the A-290 Novorossiysk-Kerch Strait-border border with Ukraine, Krasnodar Territory]. Krasnodar, Nauka, 2018.

8. Kupin P.P., Grebennikov F.P., Bliznichenko S.S. Avariinost avtomobilnogo dvizheniya v standartnykh dorozhnykh usloviyakh [Road traffic accident in standard road conditions]. *Avtomobilniye Dorogi*, 1979, no. 9, p. 17.

9. Konyavsky V.A. Immunitet kak rezul'tat evolyutsii EVM [Immunity as a result of computer evolution]. *Zashchita informatsii. Insayd*, 2017, no. 4 (76), pp. 46–52.

10. Kupin P.P., Bliznichenko S.S., Ignatiev V.P. Proektirovaniye krivukh v plane na vnutrihoziaistvennykh dorogah [Designing curves in plan on on-farm roads]. *Avtomobilniye Dorogi*, 1984, no. 4, pp. 11–12.

11. Bliznichenko S.S. Obespecheniye bezopasnosti dvizheniya na vertikalnih krivuh [Ensuring traffic safety on vertical curves]. *Avtomobilniye Dorogi*, 1989, no. 2, pp. 15–17.

12. Sarkisov S.V., Putilin P.A., Valuiskey V.A. Opredeleniye zakonmernostey izmeneniya parametricheskikh kharakteristik, a takzhe veroyatnostnykh i tekhnologicheskikh pokazateley funktsionirovaniya sistemy vodosnabzheniya [Determination of patterns of change in parametric characteristics, as well as probabilistic and technological indicators of the functioning of the water supply system]. *Innovatsii v sovremennom mire. Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Moscow, European Fund for Innovative Development, 2015, pp. 25–28.

13. Konyavsky V.A. Komp'yuter s “virusnym immunitetom” [A computer with viral immunity]. *Informatsionnyye resursy Rossii*, 2015, no. 6 (148), pp. 31–34.

14. Bliznichenko S.S. Proektirovaniye vertikalnikh krivuh peremennogo radiusa [Design of vertical curves of variable radius]. *Avtomobilniye Dorogi*, 1990, no. 1, pp. 16–17.

15. Vakunenkov V.A., Putilin P.A. K voprosu razrabotki konstruktivno-tekhnologicheskikh resheniy podzemnykh spetsial'nykh fortifikatsionnykh sooruzheniy ministerstva oborony Rossiyskoy Federatsii [On the issue of developing structural and technological solutions of underground special fortifications of the Ministry of Defense of the Russian Federation]. *Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii im. A.F. Mozhayskogo*, 2016, no. 654, pp. 124–127.