

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

УДК 625.042:004.4(575.2)

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-161-171

*В.Н. ЕФИМЕНКО<sup>1</sup>, С.В. ЕФИМЕНКО<sup>1</sup>,  
Э.М. КАРИМОВ<sup>2</sup>, К.Ч. КОЖОГУЛОВ<sup>3</sup>,*

*<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,*

*<sup>2</sup>Ошский технологический университет,*

*<sup>3</sup>Институт геомеханики и освоения недр НАН КР*

## ОСОБЕННОСТИ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫЗСТАНА

Рассмотрены вопросы обеспечения качества проектирования объектов транспортной инфраструктуры и увеличения их межремонтного периода с учетом региональных особенностей географического комплекса территории Республики Кыргызстан при уточнении границ дорожно-климатического районирования.

При нормировании границ дорожного зонирования территории Кыргызстана в качестве доминирующих признаков были приняты абсолютные высотные отметки рельефа и годовое количество осадков, фиксируемое сетью гидрометеорологических станций. Сложный рельеф местности, отличающийся резко приподнятыми вершинами, разделёнными глубокими долинами, существенное сокращение сети станций, ведущих наблюдения за метеорологическими переменными, ограничивают возможность корректного районирования исследуемой территории.

В статье показана (проанализирована) возможность привлечения технологий обработки результатов аэрокосмических наблюдений при рассмотрении актуальной для дорожной отрасли Кыргызстана проблемы – уточнения дорожно-климатического районирования его территории.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога; дорожно-климатическое районирование; таксон; зона; подзона; рельеф; перевал; программа Google Earth Pro; геоморфологические условия.

**Для цитирования:** Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Каримов Э.М., Кожогулов К.Ч. Особенности дорожно-климатического районирования территории Юго-Западного Кыргызстана // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 2. С. 161–171.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-161-171

V.N. EFIMENKO<sup>1</sup>, S.V. EFIMENKO<sup>1</sup>,

E.M. KARIMOV<sup>2</sup>, K.Ch. KOZHOGULOV<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>*Tomsk State University of Architecture and Building,*

<sup>2</sup>*Osh Technological University,*

<sup>3</sup>*The Institute of Geomechanics and Subsoil Development  
of The National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic*

## ROAD-BUILDING CLIMATE ZONING OF THE TERRITORY OF SOUTH-WEST KYRGYZSTAN

The paper studies the quality improvement of the transportation infrastructure and the increase in their inter-repair period with respect to regional conditions of the Kyrgyz Republic in clarifying the boundaries of road-building climatic zones. The boundary standardization of the territory zoning is based on absolute height topography marks and the annual precipitations recorded by. The rugged topography with peaks and valleys, a significant reduction in the number of hydrometeorological stations restrict the possibility of correct territory zoning. The paper proposes the data processing technique for the analysis of road-building climatic zoning on the Kyrgyzstan territory, which is one of the urgent problems of the road industry.

**Keywords:** automobile road; road-building climatic zone; taxon; zone; subzone; topography; passage; Google Earth Pro; geomorphological conditions.

**For citation:** Efimenko V.N., Efimenko S.V., Karimov E.M., Kozhogulov K.Ch. Osobennosti dorozhno-klimaticheskogo raionirovaniya territorii yugo-zapadnogo Kyrgyzstana [Road-building climate zoning of the territory of south-west kyrgyzstan]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 2. Pp. 161–171. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-161-171

### Введение

Участки автомобильных дорог Ош – Бишкек, Ош – Исфана, расположенные на территории Юго-Западного Кыргызстана, в основном относятся к V дорожно-климатической зоне [1]. Однако некоторые участки обозначенных дорог по элементам географического комплекса (температура воздуха, почвенно-грунтовые условия, геомеханические процессы) отражают условия, характерные для IV дорожно-климатической зоны. Указанные элементы имеют ярко выраженную зависимость от рельефа местности. Для наглядного восприятия элементов рельефа по протяжённости автомобильных дорог применяли программный продукт Google Earth Pro, который отображает информацию, визуализированную в виде цифрового аналога земного шара, иллюстрирующего поверхность нашей планеты с применением одноставных изображений больших масштабов. При увеличении масштаба изображения появляется возможность работы с отдельными участками земной поверхности, имеющими различные интерпретации изображения в разные временные периоды как по дате, так и по времени снимка [2].

Возможность отображения в программе плана и продольного профиля участков автомобильных дорог помогает детально рассматривать и анализировать рельеф исследуемой местности. Известно, что более 90 % территории Республики Кыргызстан относится к горной местности.

## Методы

Имеющиеся работы, направленные на уточнение действующего дорожно-климатического районирования [3–9], схожи в части наличия интереса исследователей к локальным территориям, однако для них характерно отсутствие единой системы в выполнении подобного вида работ. Существующие методы районирования не позволяют учесть многообразие природно-климатических условий регионов, влияние их на особенности влагонакопления и, соответственно, на прочность и устойчивость грунтов земляного полотна автомобильных дорог. Для современных исследований в области дорожно-климатического районирования характерны недостаточная разработанность критериев однородности и целостности выделяемых территорий, правил выбора элементов наблюдения, картирования границ, а также отсутствие единых приёмов сбора и обработки исходных данных. Определённые затруднения исследователи испытывают при сравнении или объединении результатов районирования, полученных по разным методическим схемам [10].

Для территории Республики Кыргызстан доминирующим признаком, участвующим в выделении дорожно-климатических зон, является рельеф местности [11]. С увеличением значений высотных отметок рельефа местности характеристики элементов геокомплекса изменяются. На рис. 1 отражена сложность рельефа предгорно-горной местности, где чередуются различные геолого-геомеханические процессы, влияющие на качество и объём работ при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

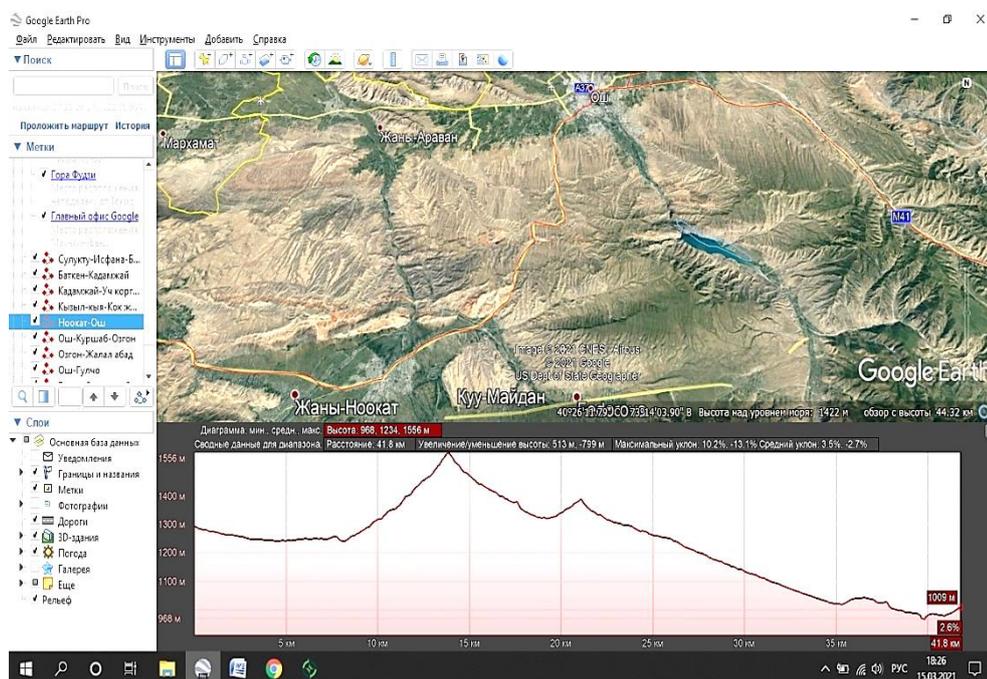


Рис. 1. Диалоговое окно программы Google Earth Pro, отражающее рельеф местности, схему плана автомобильной дороги Ош – Исфана и её продольный профиль

Геоморфологическое районирование – это сложный процесс, требующий изучения всего многообразия данных, обуславливающих внутрирегиональные различия исследуемой территории. Как правило, геоморфологические условия оценивают посредством небольшого числа морфометрических характеристик рельефа. Для оценки рельефа по высотным отметкам используют гипсометрические карты, которые служат основой для составления карт-схем высотных поясов.

Районирование позволяет проследить закономерности распределения, с одной стороны, морфоструктурных особенностей, а с другой – морфоскульптурных отличий, геоморфологических процессов в зависимости от совокупного действия экзогенных факторов. Поэтому геоморфологическое районирование территории является одним из важнейших этапов геоморфологического изучения [12].

В.Н. Ченцов, при районировании территории Горьковской области по степени и глубине расчленения рельефа местности [13], рекомендовал к применению показатели, характеризующие частоту чередования повышенных и пониженных точек местности, а также среднюю глубину расчленения. Частоту чередования повышенных и пониженных точек местности (ритм рельефа) и среднюю глубину расчленения определяют по геоморфологическому профилю. На длине профиля  $L$  с количеством перегибов  $m$  и количеством интервалов между перегибами  $m + 1$  среднее расстояние  $r$  рельефа устанавливают по выражению

$$r = \frac{L}{m + 1}. \quad (1)$$

Средняя глубина расчленения по профилю может быть определена как среднее превышение более высоких точек рельефа над соседними, более низкими. Общее количество точек на профиле  $m$ , а разность высот двух смежных перегибов линии профиля  $h_1, h_2, \dots, h_{m+1}$  устанавливают по выражению

$$h = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_{m+1}}{m + 1}. \quad (2)$$

С помощью вышеприведенных формул, путем непосредственного учета количества пониженных и повышенных точек, были рассчитаны характеристики рельефа для участка автодорог Ноокат – Ош. Результаты определения средней глубины расчленения по профилю представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты определения средней глубины расчленения рельефа по профилю на участке автомобильной дороги Ноокат – Ош**

№ п/п	Высоты абсолютные, м	Пункты на автомобильной дороге Ноокат – Ош	Разница соседних высот, по модулю, м
1	1283	Ноокат	38
2	1245	Коммунизм	88
3	1333	Кафе	223
4	1556	Перевал Дабан	97
5	1459	1-й поворот	104

Окончание табл. 1

№ п/п	Высоты абсолютные, м	Пункты на автомобильной дороге Ноокат – Ош	Разница соседних высот, по модулю, м
6	1355	Караташ	36
7	1391	Перевал Малый Дабан	131
8	1260	Ак-Терек	132
9	1128	Промзона	108
10	1020	Жапалак	24
11	996	Ош	0
		Сумма	981
		Средняя глубина расчленения	<b>81,75</b>

Анализ сведений, отражённых в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что средняя глубина расчленения рельефа составляет 81,75 м. Для участка автомобильной дороги (рис. 1) определены ритм и средняя глубина расчленения рельефа. Морфометрические характеристики рельефа могут быть востребованы при выделении однородных территорий Республики Кыргызстан, а также при уточнении границ дорожно-климатических зон на территории Юго-Западного Кыргызстана.

Представленная на рис. 1 территория, по СНиП КР 32-01:2004 «Проектирование автомобильных дорог», отнесена к V дорожно-климатической зоне. Для территории V ДКЗ характерны абсолютные высотные отметки от 500 до 1700 м, а годовое количество осадков находится в пределах от 120 до 300 мм. Несмотря на принятое деление территории Республики Кыргызстан на дорожно-климатические зоны по таким признакам геокомплекса, как абсолютные высотные отметки зоны над уровнем моря (рис. 2) и годовое количество осадков в мм, в реальных условиях проектирование автомобильных дорог с применением только таксона «зона», не позволяет учесть многообразия региональных природно-климатических условий. В горных условиях необходимо выделение таксонов более низкого порядка, например «подзона».

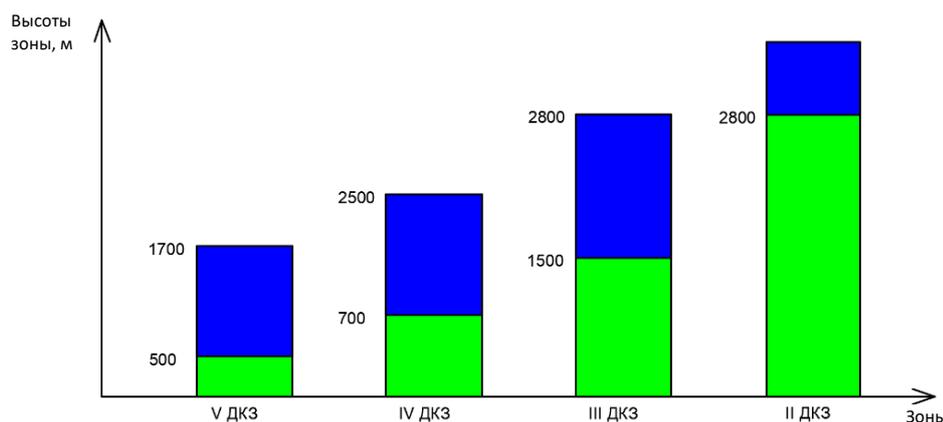


Рис. 2. Распределение дорожно-климатических зон по значениям абсолютных высотных отметок над уровнем моря (по СНиП КР 32-01:2004)

Автомобильные дороги по сложности элементов плана и продольного профиля, проложенные на перевальных участках предгорной зоны, фактически не отличаются от автомобильных дорог, запроектированных в горных условиях. Перевалы – это пониженные участки в гребне горного хребта или массива, которые служат путями наиболее лёгкого и удобного перехода из одной горной долины в другую. Подробная характеристика и классификация для перевалов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристика и классификация перевалов  
для целей эксплуатации автомобильного транспорта**

№ п/п	Наименование показателя	Перевальный участок		
		1	2	3
1	Высота над уровнем моря, м	1000...2000	2000...4100	4100...4700
2	Форма вершины перевала	Плоско-округлая	С острым гребнем	Плоско-округлая
3	Конструкция земляного полотна на вершине перевала (выемка, тоннель или продольный профиль в нулевых отметках)	В нулевых отметках	Тоннель	В нулевых отметках
4	Устойчивость склонов	Устойчивы, за исключением отдельных мест	Неустойчивы, за исключением отдельных мест	Устойчивы
5	Температура, °С, среднемесячная: января июля среднегодовая минимальная максимальная	-4...-6 +18...+25 +6 -26,1 +42,3	-4...-27,7 +5...+17 -7...+7 -53,6 +33,6	-19,7 +13,4 -7 -63 +25,6
6	Селевые явления и их повторяемость	1 раз в год и более	1 раз в год и менее	Отсутствует
7	Снежные лавины	Отсутствует	Есть повсеместно	Отсутствует
8	Осадки, мм	400...650	300...900	70...120
9	Число дней со снежными покровами	50...100	100...200	–
10	Грунтовые условия	Лессовидные	Скальные	Гравелистые
11	Положение снеговой линии, м	–	3500...4200	5000...5500
12	Коэффициент увлажнения	До 0,60	Более 0,60	До 0,60
13	Дорожно-климатическая зона	IV	III	IV...V

Приведенные в табл. 2 сведения отражают показатели перевальных участков. Форма сечения вершины перевальных участков учитывается при

назначении конструкций земляного полотна и проектировании продольного профиля перевала. П.К. Дуюнов [14] подробно описывал условия эксплуатации горных автомобильных дорог среднеазиатских республик, выделяя дорожно-климатические зоны для целей эксплуатации автомобильного транспорта. В условиях горной местности при проектировании автомобильных дорог необходимо учитывать не только особенности рельефа местности, но и другие элементы геоконтекста, такие как климатические и геологические условия. Перевальные участки относят к самым опасным участкам автомобильных дорог для движения транспортных средств. Это связано не только со сложностью рельефа, затрудняющего движение автомобильного транспорта, но и с наличием большого количества различных деформаций дорожных конструкций, влияющих на скорость движения и возникновение аварийных ситуаций. Кроме того, движение на перевальных участках усложняют такие климатические явления, как чередующиеся гололед, туман, сель.

Вышеприведенные сведения позволяют сделать вывод, что перевальные участки при дорожно-климатическом районировании Республики Кыргызстан являются определяющими при региональном инженерном районировании.

### **Результаты**

Многообразие природных и климатических факторов, присущих горному массиву, не позволяют применять для установления границ зон хребтов и перевалов какой-либо один ведущий фактор [14]. Существующий подход выделения дорожно-климатических зон по абсолютным высотным отметкам над уровнем моря не способен обеспечить надёжное функционирование автомобильных дорог на территории Республики Кыргызстан. Для совершенствования методов проектирования автомобильных дорог необходим научно-практический подход, основанный на результатах научно-исследовательских работ, выполненных для исследуемой территории. В период с 2005 по 2021 г. на различных участках автомобильных дорог на территории Юго-Западного Кыргызстана выполнены инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрогеологические, изыскательские работы, результаты которых позволили выявить процессы, влияющие на работу дорожных конструкций, эксплуатируемых в сложных условиях горной местности [15–17].

Почвообразующими породами межгорных долин, на которых сформировались серозёмы туранские, присутствуют лёссовидные суглинки, конгломераты и галечники четвертичного периода, в составе которых имеются карбонаты и другие легкорастворимые соли. На склонах гор, окружающих Ферганскую долину, преобладают древние палеозойские породы, состоящие в основном из известняков, сланцев и песчаников. Здесь чётко проявляется высотная поясность почвенного покрова. Основной причиной проблем, возникающих с дорожными конструкциями в условиях V дорожно-климатической зоны, является земляное полотно автомобильных дорог, сложенное глинистыми грунтами. В Ферганской долине серозёмы занимают почти все равнинные пространства и предгорья [15]. От переувлажнения грунтов на откосах насыпей и выемок автомобильных дорог появляются местные дефор-

мации в виде просадок дорожных конструкций и оплывания приповерхностного выветрелого слоя грунта.

С учетом сложного геологического и орографического строения Кыргызстана для автомобильных дорог на территории Джалал-Абадской, Ошской и Баткенской областей выделено 9 подзон (табл. 3).

Таблица 3

**Характеристика основных элементов геокомплекса подзон  
на территории Республики Кыргызстан**

№ п/п	Дорожно-климатическая зона	Высотные отметки	Подзона	Индекс территории
1	V	500...600	1	V.1
2		600...900	2	V.2
3		900...1200	3	V.3
4		1200...1700	4	V.4
5	IV	1700...2000	5	IV.1
6		2000...2500	6	IV.2
7	III	2500...2800	7	III.1
8	II	2800...3500	8	II.1
9		3500 и выше	9	II.2

Следует учитывать, что предложенный авторами вариант дорожно-климатического районирования для территории климатической провинции Юго-Западного Кыргызстана основывается также на результатах исследования водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог, опубликованных ранее [15, 18, 19].

### Заключение

Выполненные на территории Юго-Западного Кыргызстана исследования позволяют сформулировать следующие предварительные выводы:

– Территория Республики Кыргызстан относится к горно-складчатым областям, в которых продолжается процесс орогенеза. Все гравитационные склоновые процессы, а также устойчивость и объемы работ дорожных конструкций зависят от высотных отметок.

– Высотная климатическая зональность является главной чертой, присущей горному климату, высотная зависимость годовых и сезонных сумм атмосферных осадков четко прослеживается. При этом характеристики количества атмосферных осадков и температуры воздуха считаются важнейшими элементами горного климата.

– Предлагаемый подход учитывает сложность геологических и орографических строений Кыргызстана и обеспечивает качество проектирования и строительства автомобильных дорог.

Сведения, приведенные в статье, служат основой для совершенствования дорожно-климатического районирования в горной местности территории Кыргызстана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СНиП КР 32–01:2004*. Проектирование автомобильных дорог. Бишкек : Госкомархстрой при Правительстве Кыргызской Республики, 2004. 85 с.
2. *Google Earth*. URL: <https://google-earth.download-windows.org> (дата обращения: 20.01.2022).
3. *Алексиков С.В., Волченко Ф.В.* Районирование г. Волгограда по условиям зимнего содержания // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства : материалы IV Международной науч.-техн. конф. Волгоград : Изд-во Волгог. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. С. 46–52.
4. *Боброва Т.В., Коденцева Ю.В.* Районирование территорий по климатическим характеристикам для обоснования ресурсоемкости зимнего содержания сети дорог // Вестник Иркутского гос. техн. ун-та. 2006. № 1. С. 72–78.
5. *Виноградский А.К.* Дорожное районирование. Москва : Транспорт, 1989. 95 с.
6. *Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Сухоруков А.В., Кожухарь Т.А.* К обоснованию территориального распространения границы II–III дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 5 (46). С. 133–142.
7. *Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Бадина М.В., Григорьев А.В.* Технология учёта региональных природно-климатических условий при проектировании транспортных сооружений (на примере территории Западной Сибири) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 4 (33). С. 221–227.
8. *Кулиженков А.М., Юфряков А.В.* Моделирование рельефа, элементов геологии и гидрогеологии местности. Архангельск : Изд-во АГТУ, 1997. 125 с.
9. *Ярмолинский В.А.* Районирование территории Хабаровского края при проведении снегоочистки автомобильных дорог // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 5. С. 152–158.
10. *Yankovskaya A., Efimenko S., Cherepanov D.* Structurization of Data and Knowledge for the Information Technology of Road-Climatic Zoning // Innovative Technologies and Economics in Engineering : selected, peer reviewed papers from the V International Scientific Practical Conference, May 22–23, 2014. Yurga, Russia. P. 561–566. (Applied Mechanics and Materials V. 682 (2014)).
11. *Ефименко С.В., Ефименко В.Н., Каримов Э.М., Мамажакыпова Г.Т.* Прикладное значение спутниковой модели ТМРА при установлении нормы годового количества атмосферных осадков по дорожно-климатическим зонам на территории Юго-Западного Кыргызстана // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 4. С. 147–158.
12. *Выркин В.Б., Масютина Ю.А.* Геоморфологическое районирование Окинского плоскогорья (Восточный Саян) // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Наука о земле». 2017. Т. 19. С. 32–47.
13. *Ченцов В.Н.* Морфометрические показатели на геоморфологической карте мелкого масштаба // Тр. Ин-та географии АН СССР. 1948. С. 48–51.
14. *Дуюнов П.К.* Дороги в горной местности. Самара : СГАСУ, 2015. 220 с.
15. *Каримов Э.М.* Влияние водно-теплового режима на техническое состояние земляного полотна автомобильных дорог в условиях V дорожно-климатической зоны Кыргызстана // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. № 1. С. 193–204.
16. *Каримов Э.М., Тешаев Э.А., Эркалиулуу У.* Оценка устойчивости нагорных склонов // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 12 (93). С. 93–95.
17. *Каримов Э.М.* Причины появления деформации после реконструкции автомобильных дорог на участках со сложными инженерно-геологическими условиями // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2016. № 9. С. 93–95.
18. *Каримов Э.М.* Использование бентонитовой глины в качестве гидроизоляционного материала для основания и откосов автомобильной дороги южного региона Кыргызстана // Инженерный вестник Дона. 2018. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4957>
19. *Каримов Э.М.* Методы дорожного районирования при проектировании, строительстве и эксплуатации горных дорог // Современные проблемы механики. 2020. № 41 (3). С. 334–341.

## REFERENCE

1. SNiP KR 32–01:2004. Proektirovanie avtomobil'nyh dorog. Bishkek: Goskomarkhstroj pri Pravitel'stve Kyrgyzskoj Respubliki. [SNiP KR 32-01:2004. Design of automobile roads]. Bishkek: Goskomarkhstroj under the Government of the Kyrgyz Republic, 2004. 85 p. (rus)
2. Google Earth. Available: <https://google-earth.download-windows.org> (accessed January 20, 2022).
3. Aleksikov S.V., Volchenko F.V. Rajonirovanie g. Volgograda po usloviyam zimnego sodержaniya [Volgograd zoning under in winter conditions]. In: Inzhenernye problemy stroitel'nogo materialovedeniya, geotekhnicheskogo i dorozhnogo stroitel'stva: materialy IV Mezhdunarodnoi nauch.-tekhn. konf (Proc. 4th Int. Sci. Conf. 'Engineering Problems of Materials Science in Construction and Geotechnical and Road Engineering'). Volgograd, 2013. Pp. 46–52. (rus)
4. Bobrova T.V., Kodenceva Yu.V. Rajonirovanie territorij po klimaticheskim karakteristikam dlya obosnovaniya resursoemkosti zimnego sodержaniya seti dorog [Zoning of territories according to climatic characteristics to justify the resource intensity of winter maintenance of the road network]. *Vestnik Irkutskogo gos. tekhn. un-ta*. 2006. No. 1. Pp. 72–78. (rus)
5. Vinogradskij A.K. Dorozhnoe rajonirovanie [Road-building zoning]. Moscow: Transport, 1989. 95 p. (rus)
6. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Suhorukov A.V., Kozhuhar' T.A. K obosnovaniyu territorial'nogo rasprostraneniya granicy II–III dorozhno-klimaticheskih zon v Zapadno-Sibirskom regione [Rationale for boundaries of climatic zones II–III in West Siberia]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2014. No. 5 (46). Pp. 133–142. (rus)
7. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Badina M.V., Grigor'ev A.V. Tekhnologiya uchyota regional'nyh prirodno-klimaticheskih uslovij pri proektirovanii transportnyh sooruzhenij (na primere territorii Zapadnoj Sibiri) [Regional natural and climatic conditions in transport facilities design in West Siberia]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2011. No. 4 (33). Pp. 221–227. (rus)
8. Kulizhnikov A.M., Yufryakov A.V. Modelirovanie rel'efa, elementov geologii i gidrogeologii mestnosti [Modeling of relief, geology and hydrogeology of territories]. Arkhangelsk: AGTU, 1997. 125 p. (rus)
9. Yarmolinskii V.A. Rajonirovanie territorii Habarovskogo kraja pri provedenii snegoochistki avtomobil'nyh dorog [Khabarovsk territory zoning in snow cleaning of roads]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2014. No. 5. Pp. 152–158. (rus)
10. Yankovskaya A., Efimenko S., Cherepanov D. Structurization of data and knowledge for the information technology of road-climatic zoning. In: *Selected Papers 5th Int. Sci. Conf. 'Innovative Technologies and Economics in Engineering'*. Yurga, Russia. 2014. Pp. 561–566. (rus)
11. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Karimov E.M., Mamagkipova G.T. Prikladnoe znachenie sputnikovoi modeli TMPA pri ustanovlenii normy godovogo kolichestva atmosferynykh osadkov po dorozhno-klimaticheskim zonam na territorii Yugo-Zapadnogo Kyrgyzstana [TMPA satellite model applied for determination of annual precipitations in road-building climatic zones in Southwest Kyrgyzstan]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021. V. 23. No. 4. Pp. 147–158. (rus)
12. Vyrkin V.B., Masyutina Yu.A. Geomorfologicheskoe raionirovanie Okinskogo ploskogor'ya (Vostochnyi Sayan) [Geomorphological zoning of Okinsky Plateau in Eastern Sayan]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Nauka o zemle"*. 2017. V. 19. Pp. 32–47. (rus)
13. Chentsov V.N. Morfometricheskie pokazateli na geomorfologicheskoi karte melkogo masshtaba [Morphometric indicators on a small-scale geomorphological map]. Tr. in-ta geografii AN SSSR. 1948. Pp. 48–51. (rus)
14. Duyunov P.K. Dorogi v gornoj mestnosti [Roads in mountainous terrain]. Samara: SGASU, 2015. 220 p. (rus)
15. Karimov E.M. Vliyanie vodno-teplovogo rezhima na tekhnicheskoe sostoyanie zemlyanogo polotna avtomobil'nykh dorog v usloviyakh V dorozhno-klimaticheskoi zony Kyrgyzstana [Impact of water and temperature conditions on subgrade in road-building climatic zone V in

- Kyrgyzstan]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2020. V. 22. No. 1. Pp. 193–204. (rus)
16. *Karimov E.M., Tshaev E.A., Erkaliiuulu U.* Otsenka ustoichivosti nagornykh sklonov [Assessment of upland slope stability]. *Vestnik KRSU*. 2018. V. 18. No. 12 (93). Pp. 93–95. (rus)
  17. *Karimov E.M.* Prichiny poyavlenii deformatsii posle rekonstruktsii avtomobil'nykh dorog na uchastkakh so slozhnymi inzhenerno-geologicheskimi usloviyami [Deformation after road reconstruction in engineering and geological conditions]. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*. 2016. No. 9. Pp. 93–95. (rus)
  18. *Karimov E.M.* Ispol'zovanie bentonitovoi gliny v kachestve gidroizolyatsionnogo materiala dlya osnovaniya i otkosov avtomobil'noi dorogi yuzhnogo regiona Kyrgyzstana [Bentonite clay as waterproofing material for subgrades and slopes in southern Kyrgyzstan]. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2018. Available: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4957](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4957) (rus)
  19. *Karimov E.M.* Metody dorozhnogo raionirovaniya pri proektirovanii, stroitel'stva i ekspluatatsii, gornyykh dorog [Mountain road-building zoning in design, construction, and operation]. *Sovremennye problemy mekhaniki*. 2020. No. 41 (3). Pp. 334–341. (rus)

#### **Сведения об авторах**

*Ефименко Владимир Николаевич*, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)

*Ефименко Сергей Владимирович*, докт. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [svefimenko80@gmail.com](mailto:svefimenko80@gmail.com)

*Каримов Эркинбек Машанович*, канд. техн. наук, доцент, Ошский технологический университет, 723503, Киргизская Республика, г. Ош, ул. Н. Исанова, 81, [erkin.karimov.71@mail.ru](mailto:erkin.karimov.71@mail.ru)

*Кожоголов Камчибек Чонмурунович*, докт. техн. наук, академик, директор, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, 720055, Киргизская Республика, г. Бишкек, ул. Медерова, 98.

#### **Authors Details**

*Vladimir N. Efimenko*, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)

*Sergei V. Efimenko*, DSc, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, [svefimenko80@gmail.com](mailto:svefimenko80@gmail.com)

*Erkinbek M. Karimov*, PhD, A/Professor, Osh Technological University, 81, Isanov Str., 723503, Osh, Kyrgyz Republic, [erkin.karimov.71@mail.ru](mailto:erkin.karimov.71@mail.ru)

*Kamchibek Ch. Kozhogulov*, DSc, Academician, The Institute of Geomechanics and Subsoil Development of the National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, [ifmgp@yandex.ru](mailto:ifmgp@yandex.ru)