



# Применение минеральных вяжущих для укрепления грунтов и каменных материалов дорожных конструкций

Проректор по научно-исследовательской деятельности,  
заведующий кафедрой автомобильных дорог, мостов и тоннелей  
Вдовин Евгений Анатольевич






II Международная научно-практическая конференция «Строительство качественных и безопасных дорог с применением цементобетона и минеральных вяжущих»

# МИНЕРАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



## ОРОГРАФИЧЕСКИЕ ЗОНЫ ТАТАРСТАНА

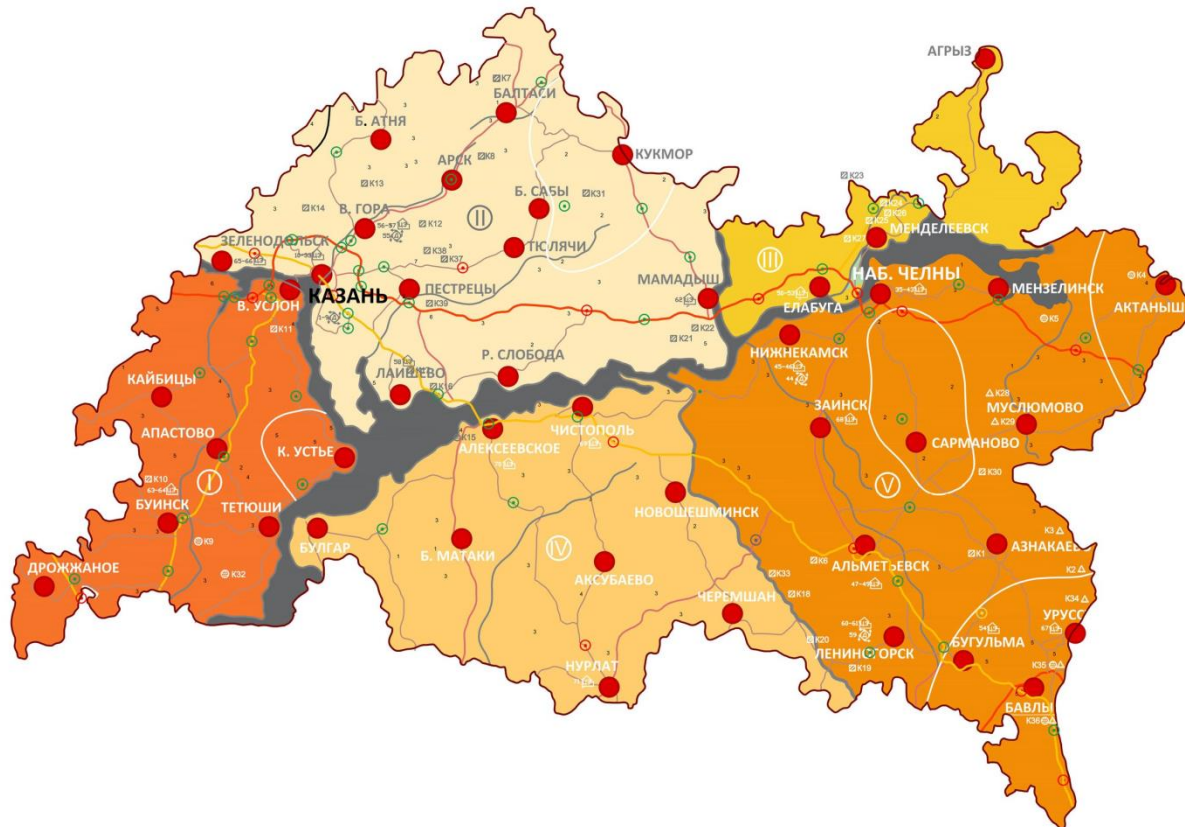
-  ПРЕДВОЛЖЬЕ
-  ЗАПАДНОЕ ПРЕДКАМЬЕ
-  ВОСТОЧНОЕ ПРЕДКАМЬЕ
-  ЗАПАДНОЕ ЗАКАМЬЕ
-  ВОСТОЧНОЕ ЗАКАМЬЕ

## НЕРУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

-  МЕСТОРОЖДЕНИЕ ШЕБНЯ
-  МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПЕСКА
-  МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПГС

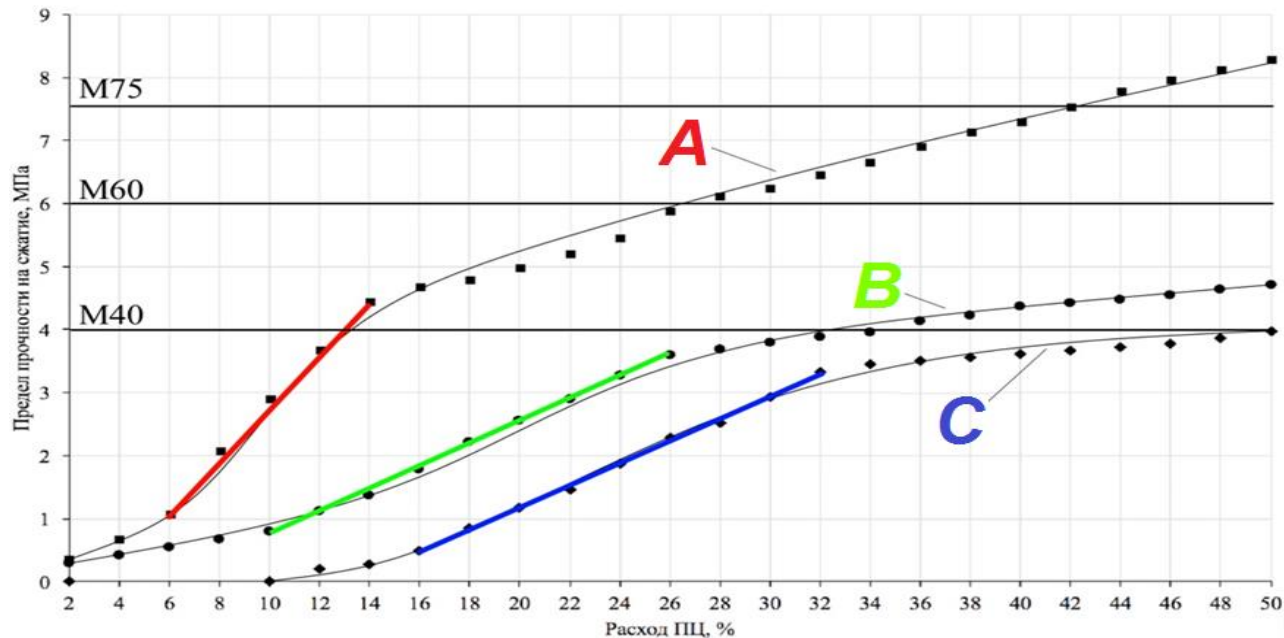
## НЕРУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

-  ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД
-  ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЙ УЗЕЛ БЕТОННОГО ЛОМА



II Международная научно-практическая конференция «Строительство качественных и безопасных дорог с применением цементобетона и минеральных вяжущих»

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТЛАНЦЕМЕНТА ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ



Зависимость предела прочности на сжатие глинистых грунтов: **A**-полиминеральная глина, **B**-каолинистая глина, **C**- монтмориллонитовая глина



### НОЦ «ПРОЧНОСТЬ»





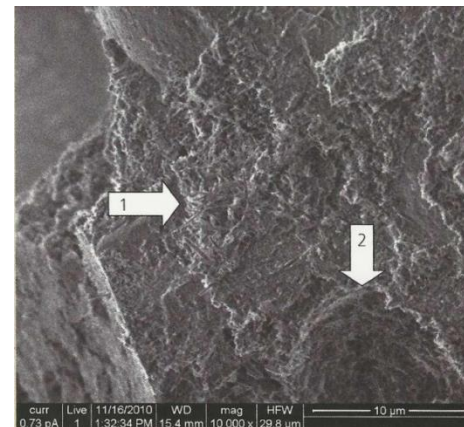
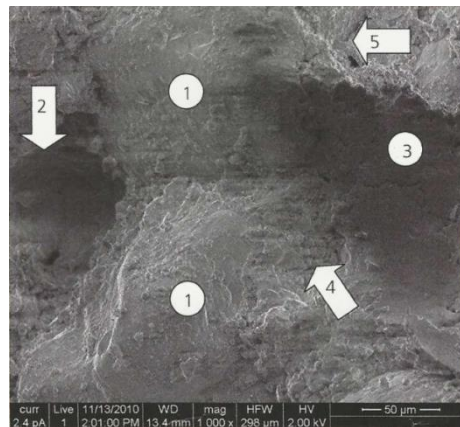
### НОЦ «ТЕХНОЛОГИИ»

## НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ КГАСУ



### НОЦ «ДОРОГИ»

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОФОБИЗАТОРОВ И ПЛАСТИФИКАТОРОВ



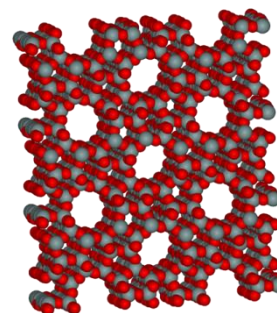
Микроструктура цементогрунта: а – обработанного гидрофобизатором, б – не обработанного; 1 – поверхность мелкого заполнителя, 2 – воздушная пора, 3 – заполнитель, 4 – частицы цемента, 5 – капилляры.



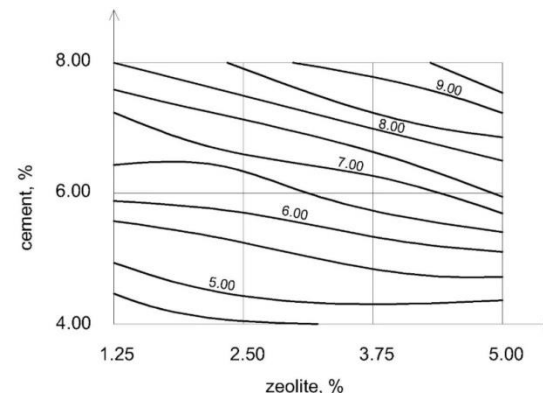
# ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ МОДИФИКАТОРОВ И ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ



## Цеолитсодержащая порода



**Химический состав :**  
 $\text{SiO}_2$  57,12 – 66,34 %  
 $\text{SiO}_2$  (аморф.) – 31,64%  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  5,74 – 6,51 %  
 $\text{CaO}$  14,6 – 18,75 %  
 $\text{K}_2\text{O}$  1,06 – 1,8 %  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,32 – 2,7 %  
 $\text{MgO}$  1,33 – 1,8 %  
 $\text{Na}_2\text{O}$  0,04 – 0,25 %  
 $\text{TiO}_2$  0,25 – 0,36 %  
 $\text{MnO}$  0,0 – 0,01%





## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

- в **2013** году при строительстве 4 экспериментальных участков на автомобильной дороге в Нурлатском районе Республики Татарстан;
- в **2015** году при строительстве 3 экспериментальных участка на автомобильной дороге в Лаишевском районе Республики Татарстан;
- в **2018** году при строительстве 5 экспериментальных участков на автомобильной дороге в Новошешминском районе Республики Татарстан;
- в **2019** году при строительстве 3 экспериментальных участков на автомобильной дороге в Спасском районе Республики Татарстан;
- в **2020** году при строительстве 3 экспериментальных участков на автомобильной дороге в Спасском района Республики Татарстан;
- в **2021** году при строительстве 2 экспериментальных участков на автомобильной дороге в Сабинском районе Республики Татарстан;

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УЧАСТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

**В 2022 году** осуществлено строительство экспериментальных участков при ремонте улично-дорожной сети Алексеевского муниципального района Республики Татарстан

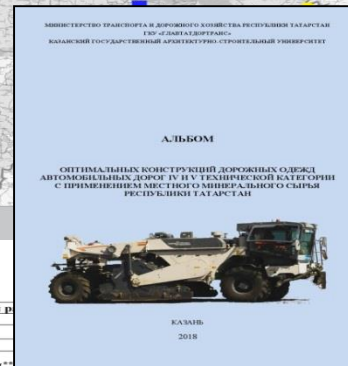
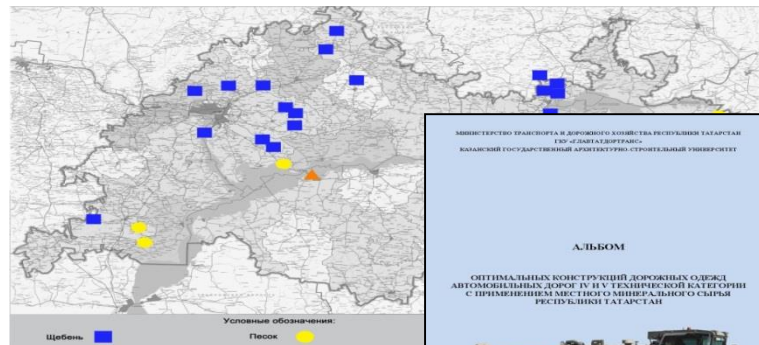
- 1 участок: слой основания дорожной одежды из обработанной портландцементом щебеночно-песчаной смеси, модифицированной продуктом на основе резиновой крошки;
- 2 участок: слой основания дорожной одежды из обработанной портландцементом щебеночно-песчаной смеси.



# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Совместно с Министерством транспорта и дорожного хозяйства РТ, ГКУ «Главтатдортранс»:

- **Исследованы грунты и материалы карьеров местного минерального сырья Республики Татарстан** (щебень, песок, ПГС). Определены их свойства и пригодность для дорожных одежд;
- Разработаны **оптимальные составы укрепленных грунтов с добавками** на основе гидрофобных и гидрофильных ПАВ и полимеров, электролитов, активированных минеральных наполнителей, фиброволокон. В качестве гранулометрических добавок применены местные минеральные материалы (песок, ПГС, карбонатный щебень) с действующих карьеров и асфальтобетонный гранулят;
- Разработан **Альбом эффективных конструкции дорожных одежд автомобильных дорог IV и V технической категории** с применением в качестве слоев основания укрепленных и модифицированных местных минеральных материалов РТ;
- Выполнено **строительство более 20 экспериментальных участков автомобильных дорог в Республике Татарстан**, с осуществлением мониторинга в процессе эксплуатации в 2013-2022 г.г.



Вид грунта	Карьеры	Дорожная одежда					6	7	8	9	10	11
		Конструкция		Толщина слоев								
		1	2	1	2	3						
Песок средней крупности	Отсутствуют	<p>1 - Асфальтобетон плотный II марки типа В, марка битума ВД-60/90                  2 - Асфальтобетон г/л пористый II марки, марка битума ВД-60/90                  3 - Укрепленный грунт марок по прочности М40, морозостойкости F12                  4 - Песчано-гравийная смесь</p>	$h_{10} = 5 \text{ см}$	$h_{10} = 4 \text{ см}$	$h_{10} = 6 \text{ см}$ $h_{10} = 16 \text{ см}$ $h_{10} = 30 \text{ см}$	B1	10	90	АГ	10	14,21/10,16	
			$h_{10} = 6 \text{ см}$	$h_{10} = 6 \text{ см}$		B2	8	70	ПГС	30	14,26/10,18	
			$h_{10} = 29 \text{ см}$	$h_{10} = 16 \text{ см}$		B3	10	100	ЛСТ	0,07	14,30/10,19	
			$h_{10} = 30 \text{ см}$	$h_{10} = 30 \text{ см}$		B4	10	100	КНТ	0,4	14,36/10,21	
						B5	10	100	ПВС	0,07	14,40/10,23	
						B6	10	100	СН	0,3	14,71/10,34	
						B7	8	80	Щ	20	14,72/10,35	
						B8	8	100	АНМ	0,06	14,87/10,40	
						B9	-	-	-	-	-	-

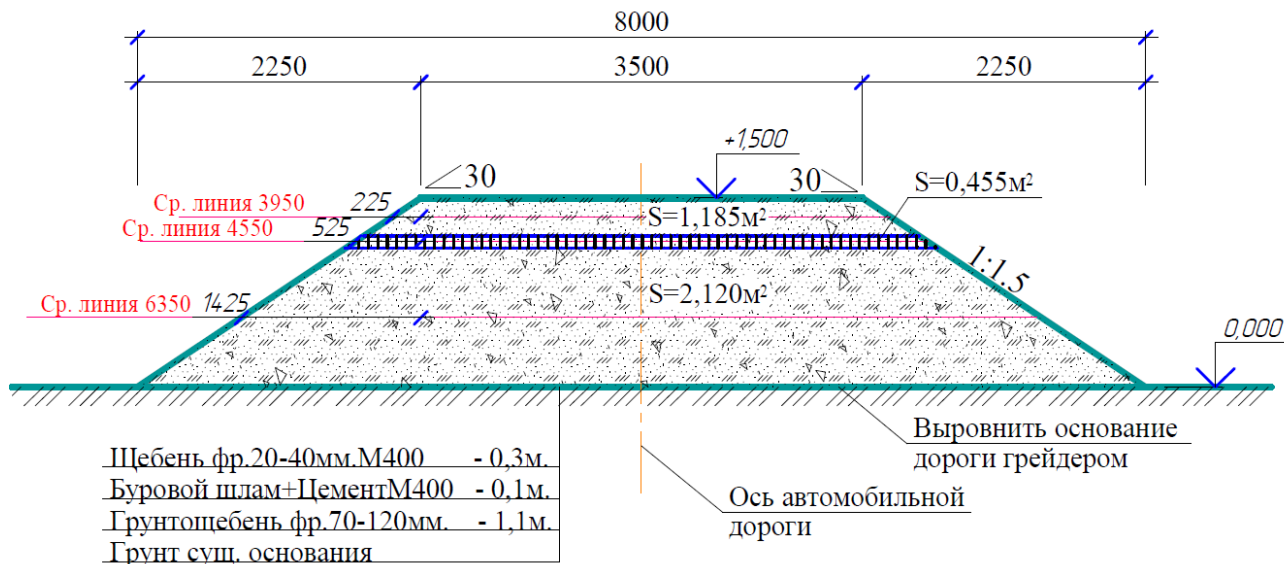
\* коэффициент надежности - 0,70; интенсивность для V категории - не более 100 авт/сут.  
 \*\* коэффициент надежности - 0,80; интенсивность для IV категории - не более 400 авт/сут.  
 \*\*\* درصد بتنیت و ضخامت لایه ها از جدول جدول 1، % درصد بتنیت و ضخامت لایه ها از جدول جدول 1

Щ - щебень карьерный; АГ - асфальтобетон; АНМ - асфальтобетон; ПГС - песчано-гравийная смесь; КНТ - каменный карьерный; СН - щебень карьерный; ЛСТ - легковесный бетонный.



# Разработка материала дорожных одежд и земляного полотна промышленных дорог и площадок на основе выбуренной породы нефтяных скважин, обработанной цементом

Одним из путей утилизации бурового шлама может являться применение его в качестве модификатора материалов дорожных одежд и земляного полотна промышленных дорог и площадок, укрепленных или стабилизированных минеральными вяжущими.



## ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ

на объектах нефтедобычи в Республике Татарстан общей площадью более 150 тыс. м<sup>2</sup>.



# ПРИМЕНЕНИЕ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА

Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан

ОКП 571192  
ОКС 91.100.15

УТВЕРЖДАЮ  
Министр  
Д.Р. Сафин  
« 20 » 2020 г.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ЩЕБЕНЬ, ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫЕ, ЦЕМЕНТО-ГРУНТО-ЩЕБЕНОЧНЫЕ И ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНО-ЦЕМЕНТНЫЕ СМЕСИ ИЗ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

СТО 5711-004-02069622-2020

СОГЛАСОВАНО  
Директор ГКУ «Главтатдортранс»  
Э.Ю. Данилов  
« 20 » 2020 г.

РАЗРАБОТАНО  
Ректор КазГАСУ  
Р.К. Низамов  
« 20 » 2020 г.

Казань  
2020

ИЗДАНИЕ ТИПОГРАФИЧЕСКОЕ  
«ОСОБЕННОСТИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ  
ИЗДАТЕЛЬНОСТИ, КОПИРОВАНИЕ  
И РЕПРОДУКЦИЯ В ЭЛЕКТРОННОЙ  
ФОРМЕ ЗАПРЕЩЕНЫ»

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**АЛЬБОМ**

**ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ IV и V ТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА**

КАЗАНЬ  
2019

Таблица 2

Наименование слоя и материал	Система конструкции дорожной одежды	Толщина слоя, см			Стоимость, руб./км		
		IV	V	V	IV	V	V
1. Асфальтобетон аэрированный типа Б, марка бетона В42/40/90 по ГОСТ 9128-2013	① ② ③	5	4	4			
2. Асфальтобетон классический II марки, марка бетона В42/40/90 по ГОСТ 9128-2013	① ② ③	6	6	-			
3. Щебень из дробленого бетона с маркой по прочности не ниже М400 по ГОСТ 32495-2013	① ② ③	24	21	23	11 743 651	10 617 779	5 338 992
4. Слой щебеночно-песчаный С4 - 80 мм из дробленого бетона (марка бетона по прочности не ниже М400) по ГОСТ 32495-2013	① ②	30	30	29			

① - толщина покрытия - 180, пробный слой - 100 мм; ② - толщина - 100 мм; ③ - толщина - 100 мм, пробный слой - 100 мм; ④ - толщина - 100 мм, пробный слой - 100 мм; ⑤ - толщина - 100 мм, пробный слой - 100 мм.

● - Цементобетонный завод  
▲ - Дробильно-сортировочный узел бетонного лома

**Карта ЦБЗ и дробильных установок Республики Татарстан**



## ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ

### Строительство 3 экспериментальных участков на объектах в Тукаевском районе Республики Татарстан:

- 1. Применен дробленый бетон фракции (40-70) мм в качестве основания конструкции дорожной одежды (г. Набережные Челны)*
- 2. Применен дробленый бетон фракции (5-20) мм в составе цементобетона (В12,5 Ж4, F150) на автомобильной дороге в Тукаевском районе Республики Татарстан*
- 3. Применен дробленый бетон фракции (40-70) мм в качестве основания временной дороги перед укладкой дорожных плит (г. Набережные Челны)*





## Применение минеральных вяжущих для укрепления грунтов и каменных материалов дорожных конструкций

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

Проректор по научно-исследовательской деятельности  
Заведующий кафедрой автомобильных дорог, мостов и тоннелей  
Вдовин Евгений Анатольевич



II Международная научно-практическая конференция «Строительство качественных и безопасных дорог с применением цементобетона и минеральных вяжущих»