



КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

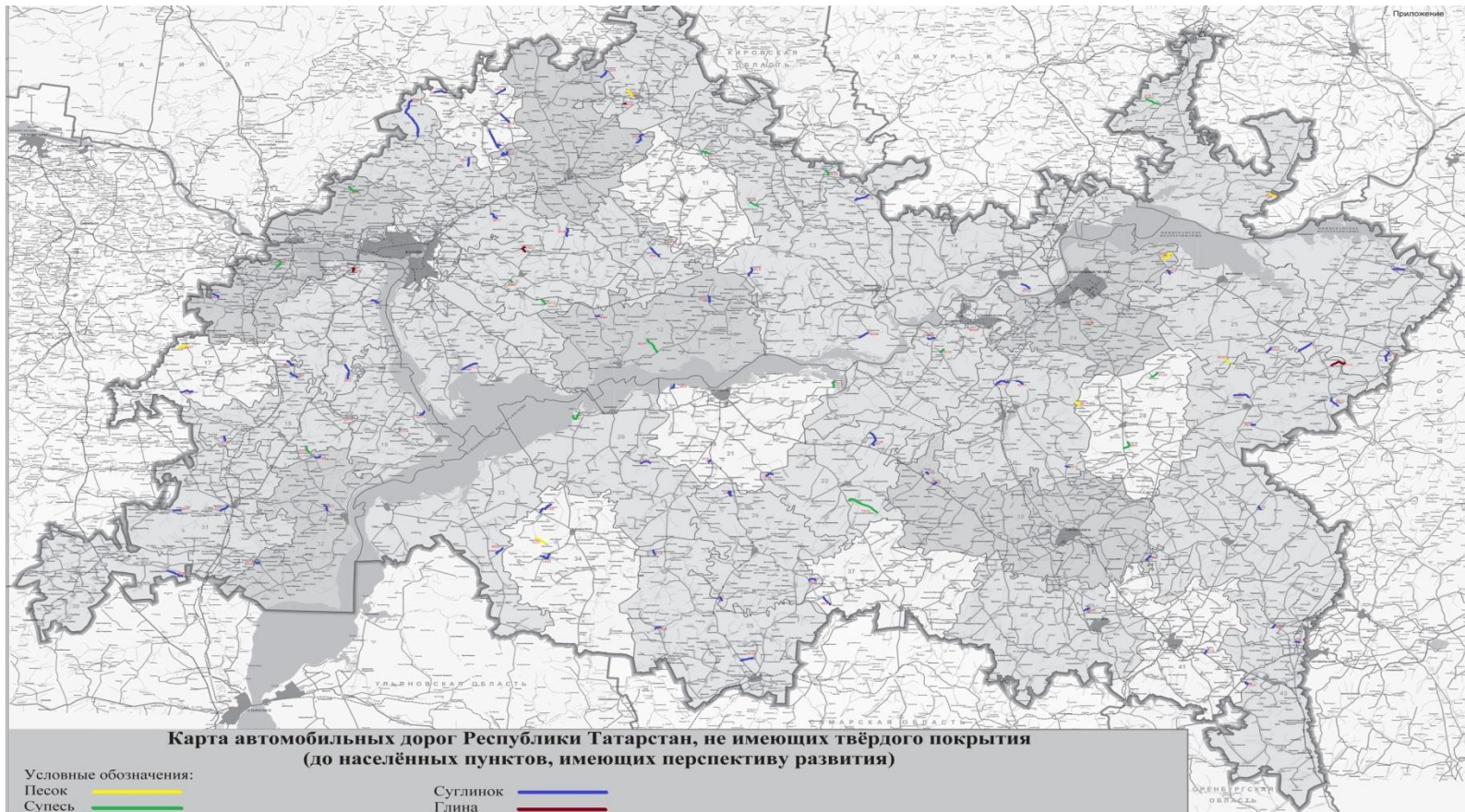
Разработка дорожно-строительных материалов на основе модифицированных укрепленных грунтов района применения

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



IX Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии: пути повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог»

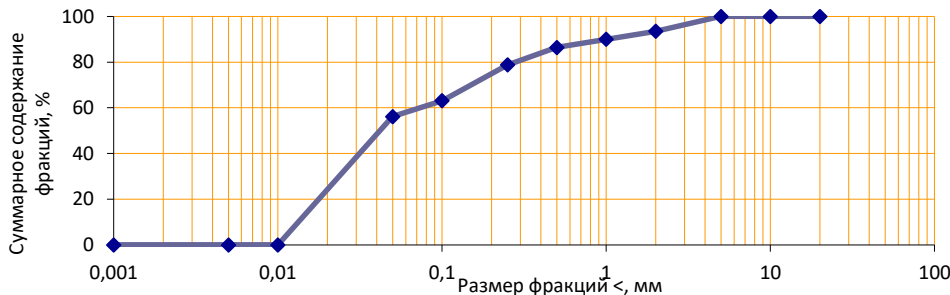
Анализ автомобильных дорог, не имеющих твердого покрытия в регионе



Отбор проб грунта, определение свойств

Автомобильная дорога в Агрызском районе

Фракции, мм	0,005	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	5,0
Частные ост., %	55,95	0,22	6,92	15,67	7,65	3,56	3,52	6,51	-
Полные ост., %	100	44,05	43,82	36,91	21,24	13,59	10,03	6,51	-

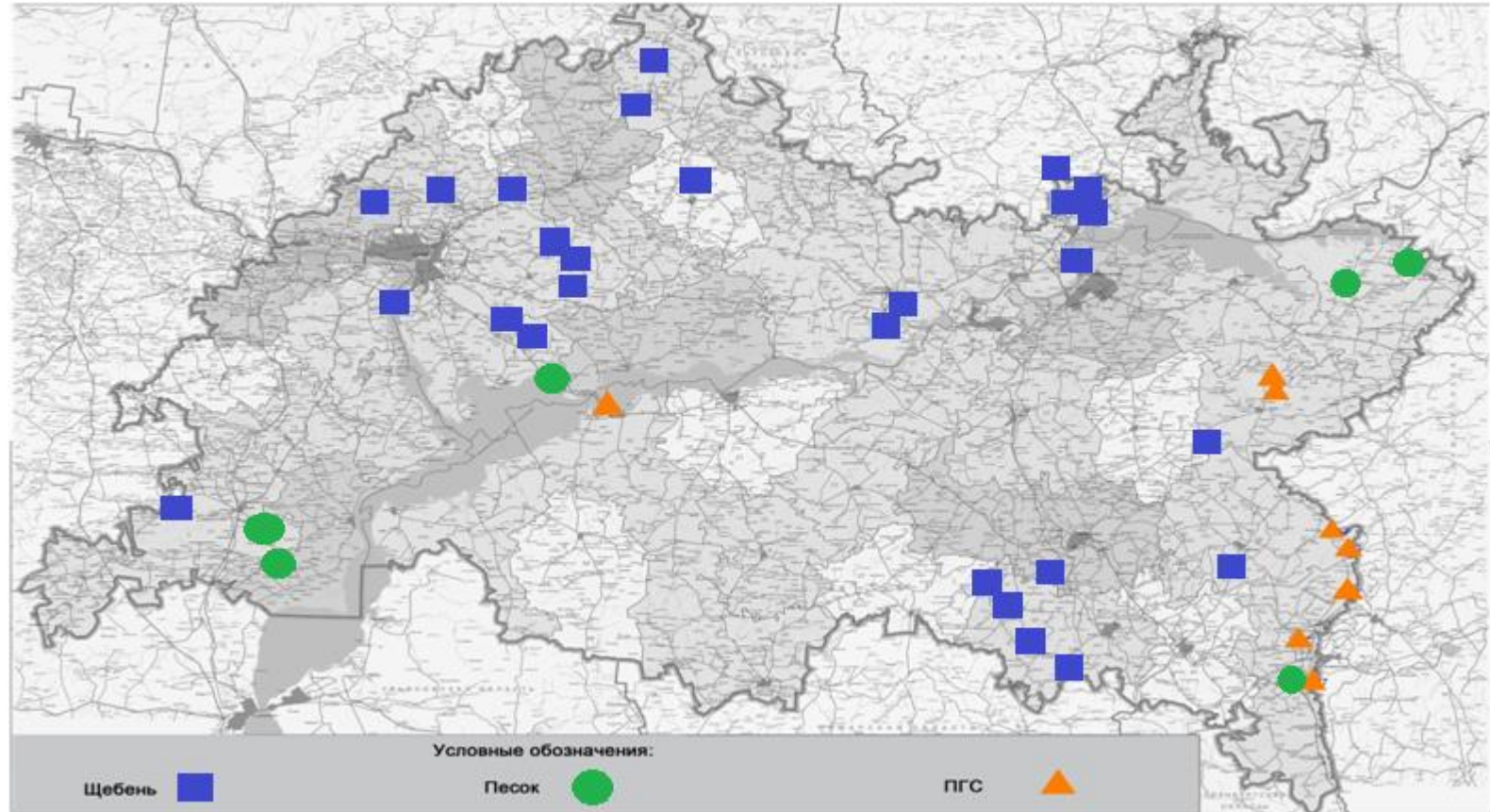


№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
1	Наименование грунта	-	Супесь пылеватая
2	Естественная влажность	%	12,81
3	Влажность границы текучести	%	22,64
4	Влажность границы раскатывания	%	18,17
5	Интервал пластичности	%	4,47
6	Содержание песчаных частиц (2,0-0,05 мм), по массе	%	43,82
7	pH водной вытяжки	-	6,9
8	Карбонатность	-	Интенсивное кипение
9	Цвет грунта	-	Светло-бурый

Сводная ведомость физических свойств исследуемых грунтов

№	Район	W _{опт}	ρ _{max}	% (2,0-0,05 мм)	Ip	W _{рас}	W _{тек}	№ состава	Вид грунта
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Агрызский	14,78	1,49	79,05	-	-	-	26	Песок средней крупности
2		15,10	1,86	43,82	4,47	20,17	27,64	15	Супесь пылеватая
3	Азнакаевский	17,62	1,55	17,98	8,36	28,84	37,2	2	Суглинок легкий пылеватый
4	Аксубаевский	21,44	1,59	19,50	11,0	24,17	35,71	6	Суглинок легкий пылеватый
5		20,24	1,75	31,48	7,57	14,81	22,38	5	Суглинок легкий песчанистый
6		26,1	1,51	11,25	9,68	20,07	28,36	28	Суглинок легкий пылеватый
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
101	Ютазинский	26,50	1,41	32,73	15,4 ₃	31,80	47,2 ₃	9	Суглинок тяжелый пылеватый

Систематизация информации по карьерам нерудных полезных ископаемых



Свойства минеральных материалов

Свойства щебня

Фракции, мм	110	100	90	70	60	50	40
Частные ост, %	8,03	2,11	23,29	59,30	4,04	1,41	1,82
Полные ост, %	8,03	10,14	33,43	92,73	96,77	98,18	100

Размер контрольных сит, мм		1,25D	D	(D+d)*0,5	dmin
Полный остаток на ситах по массе, %	по ГОСТ 8267	до 0,5	до 10	30-60	90-100
	Фактический	-	8,03	33,43	92,73

Наименование	Требования ГОСТ 8267	Фактические
Дробимость, %	28-38	29,75
Марка щебня по прочности	-	M 300
Марка щебня по морозостойкости	<u>F15</u> до 10 % по массе	F15 4,91 % по массе

Анализ карьеров щебня

Номер пробы	Дробимость, %	Марка по дробимости	Марка по морозостойкости	Фракционный состав, мм
1	29,75	M300	F15	70-110
2	23,40	M400	F25	20-40
3	29,74	M300	F15	20-40
4	23,14	M400	F25	20-40
5	24,69	M400	F25	5-20
6	33,44	M300	F15	20-40
7	34,54	M300	F15	40-70
8	23,91	M400	F25	20-40
9	37,80	M300	F15	40-70
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	27,18	M400	F15	40-70
25	23,21	M400	F25	40-120
26	37,58	M300	F15	20-40
27	29,97	M300	F15	70-110

Свойства минеральных материалов

Свойства ПГС

Размер сит, мм	20	15	10	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Частные ост., %	-	-	6,6	6,2	6,8	3,8	5,5	8,6	43,3	19,1
Полные ост., %	-	-	6,6	12,8	19,6	23,4	28,9	37,5	80,9	100

Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Частные ост., %	7,81	4,36	6,37	9,87	49,74	21,85
Полные ост., %	7,81	12,17	18,54	28,41	78,15	100,00

Наименование показателя	Величина показателя	
	Требования ГОСТ (СП)	Фактические
1.Содержание гравия, % по массе	от 10 до 95%	12,82
2. Коэффициент фильтрации ПГС, м/сут, не менее	(1)	не фильтрует
3. Содержание частиц менее 0,16(0,14) мм в ПГС, % по массе, не более	20	19,05
4. Насыпная плотность гравия в составе ПГС, г/см ³	Не нормируется	1,71
5.Содержание пылевидных и глинистых частиц в ПГС, в % по массе, не более	Для ПГС – (5)	9,95
6. Содержание глины в комках ПГС, %, не более	1,0	-
7.Модуль крупности песка в ПГС	св. 1,0 до 1,5 (очень мелкий)	1,45

Анализ карьеров ПГС

Номер пробы	Содержания гравия в ПГС, %	Группа песка, входящего в ПГС	Модуль крупности песка, входящего в ПГС	$W_{отг}, \%$	$\rho_{max}, \text{г/см}^3$	$K_{ф}, \text{м/сут}$	Дробимость, %	Марка по дробимости
1	12,82	очень мелкий	1,45	12,40	1,83	-	9,45	M800
2	14,11	очень мелкий	1,41	12,91	1,87	-	9,65	M800
3	55,99	средний	2,27	9,41	1,87	2,57	10,41	M800
4	41,92	повышенной крупности	3,18	8,40	1,99	2,16	9,16	M800
5	29,65	повышенной крупности	3,36	10,11	1,92	1,69	10,11	M800
6)	49,58	средний	2,28	11,75	1,78	2,10	9,87	M800
7	0,85	мелкий	1,12	14,63	1,66	0,36	9,78	M800

Свойства минеральных материалов

Свойства песка

Размер сит, мм	св.10	св.5
Частные ост., %	0,36	1,53
Полные ост., %	0,36	1,89

Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,05	<0,05
Частные ост., %	2,41	2,04	5,10	17,68	54,46	16,1	0,29
Полные ост., %	4,30	6,34	11,44	29,12	83,58	99,7	100

Наименование показателя	Величина показателя	
	Требования ГОСТ(СП)	Фактические
1. Коэффициент фильтрации, м/сут, не менее (при максимальной плотности 1,63 г/см³ и оптимальной влажности 13,12 %)	(1)	1,47
2. Содержание частиц менее 0,16(0,14) мм, % по массе, не более	20	16,42
3. Содержание пылевидных и глинистых частиц, в % не более	5 (5)	0,29
4. Содержание глинистых частиц (методом набухания) в % по массе, не более	0,5	0,09
5. Модуль крупности песка	1,0-1,5 (очень мелкий)	1,35
6. Насыпная плотность, г/см³	-	1,50

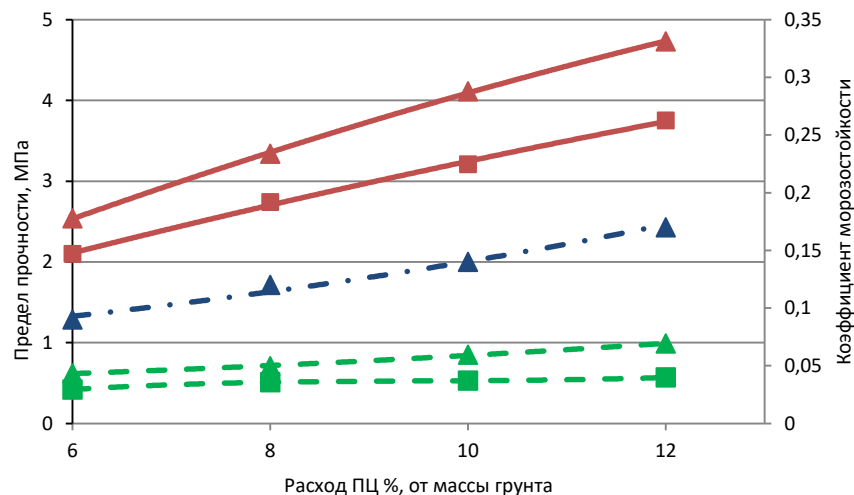
Анализ карьеров песка

Номер пробы	Группа песка	Модель крупности	Содержание частиц <0,05 %	Wоп, %	ρ_{max} , г/см³	$K_{\text{ф}}$, м/сут
1	средний	2,44	0,23	10,79	1,77	1,98
2	мелкий	1,70	0,47	12,69	1,73	1,01
3	очень мелкий	1,29	5,55	10,79	1,77	0,14
4	очень мелкий	1,27	2,15	11,76	1,74	1,50
5	очень мелкий	1,49	2,17	11,27	1,75	1,59
6	очень мелкий	1,01	4,80	14,23	1,70	1,12
7	очень мелкий	1,35	0,29	13,12	1,63	1,47

Влияние содержания портландцемента на свойства укрепленных грунтов

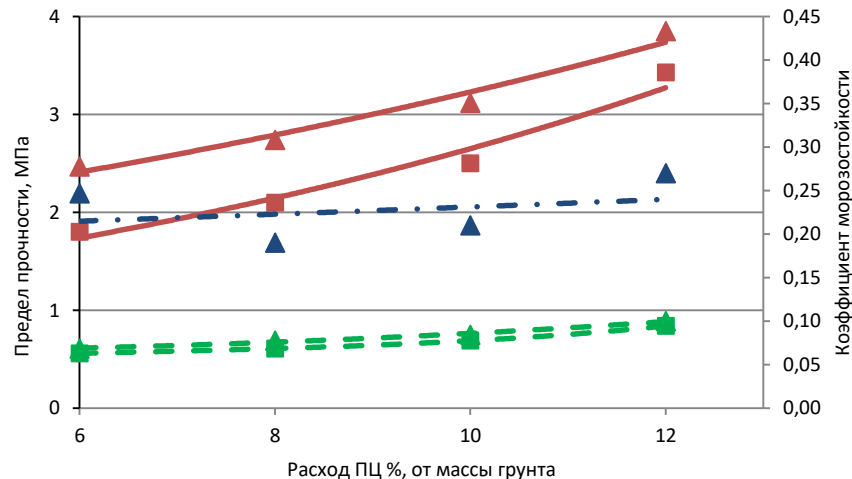
Физико-технические свойства цементогрунтов на основе грунта состава № 1

Расход ПЦ, %	Физико-технические свойства образцов цементогрунтов				
	Образцы в возрасте 7 суток		Образцы в возрасте 28 суток		
	R ⁷ _{сж} , МПа	R ⁷ _{изг} , МПа	R ²⁸ _{сж} , МПа	R ²⁸ _{изг} , МПа	K ²⁸ _{мор}
6	2,1	0,42	2,54	0,62	0,09
8	2,74	0,51	3,34	0,71	0,12
10	3,21	0,53	4,11	0,85	0,14
12	3,75	0,57	4,73	0,99	0,17



Физико-технические свойства цементогрунтов на основе грунта состава № 7

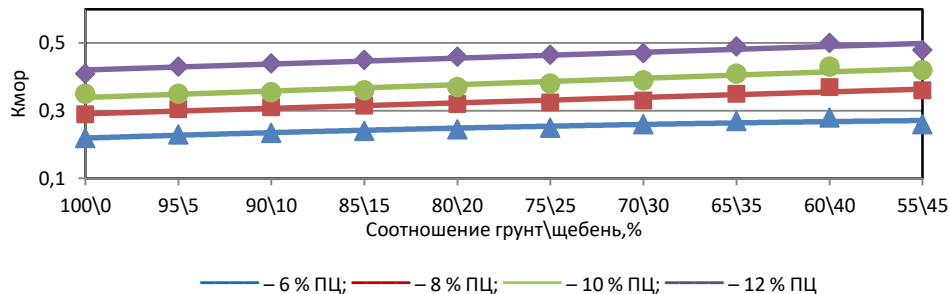
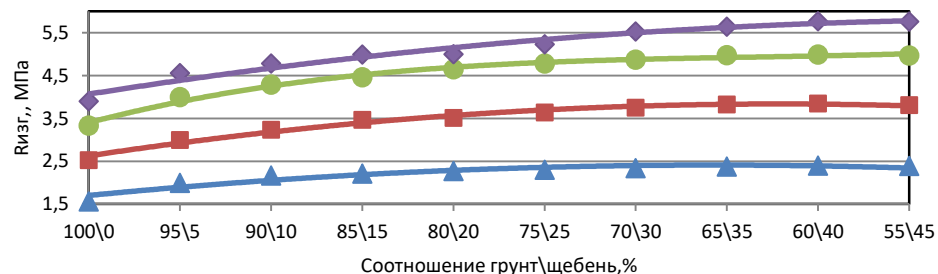
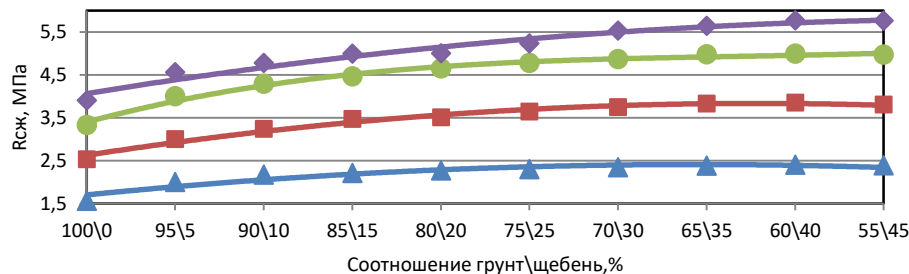
Расход ПЦ, %	Физико-технические свойства образцов цементогрунтов				
	Образцы в возрасте 7 суток		Образцы в возрасте 28 суток		
	R ⁷ _{сж} , МПа	R ⁷ _{изг} , МПа	R ²⁸ _{сж} , МПа	R ²⁸ _{изг} , МПа	K ²⁸ _{мор}
6	1,8	0,56	2,47	0,61	0,25
8	2,1	0,61	2,74	0,69	0,19
10	2,5	0,69	3,12	0,75	0,21
12	3,43	0,84	3,85	0,89	0,27



Влияние содержания гранулометрических добавок на свойства укрепленных грунтов

Физико-технические свойства цементогрунтов на основе грунта состава № 8 (суглинок легкий пылеватый) с добавлением щебня М300

Дозировка щебня, %	Физико-технические свойства образцов цементогрунтов				
	Образцы в возрасте 7 суток			Образцы в возрасте 28 суток	
	R ⁷ _{сж} , МПа	R ⁷ _{изг} , МПа	R ²⁸ _{сж} , МПа	R ²⁸ _{изг} , МПа	K ²⁸ _{мор}
При 6 % ПЦ					
100\0	1,14	0,39	1,56	0,46	0,22
95\5	1,42	0,45	2	0,51	0,23
90\10	1,49	0,48	2,17	0,53	0,235
85\15	1,59	0,5	2,21	0,55	0,24
80\20	1,67	0,53	2,27	0,57	0,245
75\25	1,7	0,55	2,3	0,59	0,25
70\30	1,73	0,57	2,34	0,65	0,26
65\35	1,75	0,59	2,38	0,69	0,27
60\40	1,76	0,6	2,4	0,71	0,28
55\45	1,75	0,59	2,39	0,7	0,26
При 8 % ПЦ					
100\0	1,85	0,51	2,53	0,62	0,29
95\5	2,1	0,59	3	0,79	0,305
90\10	2,17	0,62	3,24	0,8	0,31
85\15	2,26	0,65	3,47	0,83	0,315
80\20	2,35	0,68	3,51	0,85	0,32
75\25	2,48	0,7	3,64	0,87	0,325
70\30	2,53	0,74	3,75	0,9	0,33
65\35	2,78	0,77	3,83	0,93	0,35
60\40	2,8	0,78	3,85	0,94	0,37
55\45	2,79	0,76	3,81	0,92	0,36
При 10 % ПЦ					
100\0	2,43	0,61	3,33	0,75	0,35
95\5	2,99	0,7	4	0,84	0,35
90\10	3,25	0,74	4,29	0,89	0,355
85\15	3,36	0,78	4,46	0,92	0,36
80\20	3,48	0,8	4,65	0,97	0,37
75\25	3,57	0,84	4,78	0,99	0,38
70\30	3,63	0,89	4,87	1,05	0,39
65\35	3,64	0,91	4,98	1,11	0,41
60\40	3,65	0,92	4,99	1,13	0,43
55\45	3,62	0,91	4,97	1,12	0,42
При 12 % ПЦ					
100\0	2,85	0,68	3,9	0,85	0,41
95\5	3,23	0,75	4,56	0,95	0,43
90\10	3,56	0,79	4,78	0,99	0,44
85\15	3,74	0,83	4,99	1,05	0,45
80\20	3,86	0,89	5	1,1	0,46
75\25	3,97	0,93	5,23	1,15	0,465
70\30	4	0,95	5,53	1,2	0,47
65\35	4,19	0,99	5,64	1,24	0,49
60\40	4,22	1	5,77	1,26	0,5
55\45	4,2	0,99	5,76	1,25	0,48



Влияние содержания гранулометрических добавок на свойства укрепленных грунтов

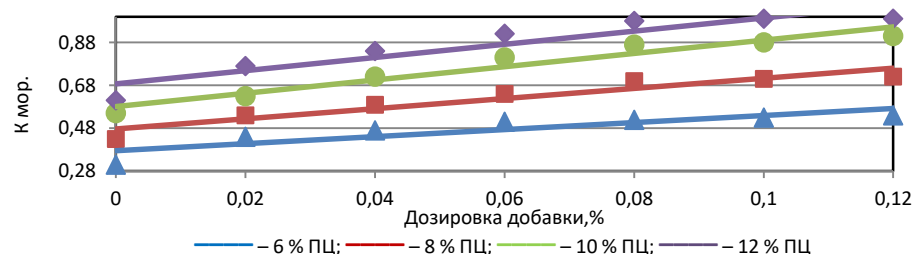
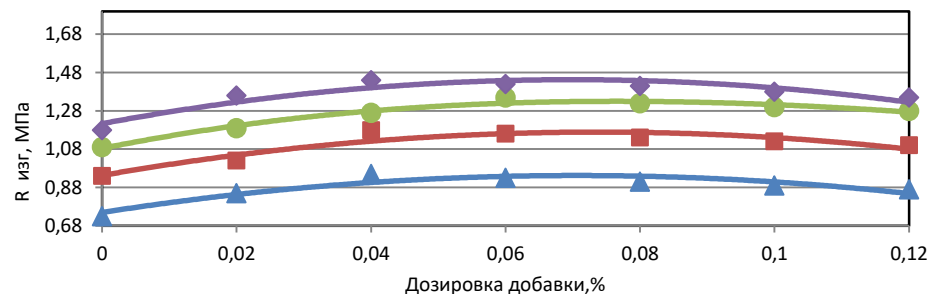
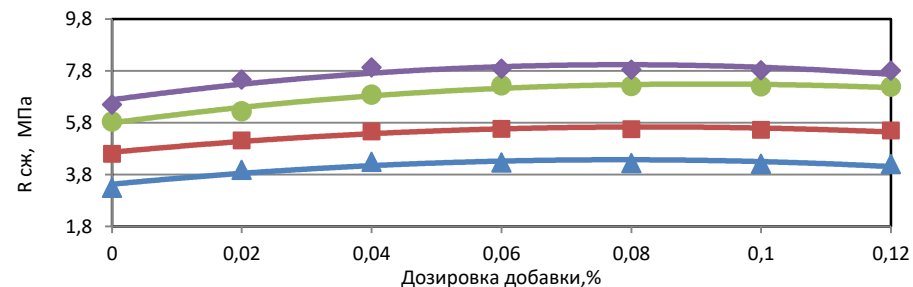
Достигаемые марки по прочности и морозостойкости цементогрунтов с добавлением щебня М300

№ состава	Вязущего и добавки	M40 и F15	M60 и F15	M75 и F15	M100 и F15
:	:	:	:	:	:
Состав 23 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ, %				
	Соотношение грунт/щебень				
Состав 24 (супесь пылеватая)	ПЦ, %				
	Соотношение грунт/щебень				
Состав 25 (супесь пылеватая)	ПЦ, %		10%	12%	
	Соотношение грунт/щебень		60\40	65\35	
Состав 26 (песок средней крупности)	ПЦ, %	8%	10%	12%	12%
	Соотношение грунт/щебень	80\20	90\10	90\10	70\30
Состав 27 (песок средней крупности)	ПЦ, %	6%	10%	12%	
	Соотношение грунт/щебень	85\15	90\10	95\5	
Состав 28 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ, %	10%	10%	12%	
	Соотношение грунт/щебень	75\25	65\35	85\15	
Состав 29 (суглинок легкий песчанистый)	ПЦ, %	8%	10%	12%	
	Соотношение грунт/щебень	75\25	70\30	95\5	
Состав 30 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ, %	8%	12%	12%	
	Соотношение грунт/щебень	75\25	95\5	80\20	

Модификация укрепленных грунтов

Физико-технические свойства цементогрунтов на основе грунта состава № 3 (суглинок лёгкий пылеватый), модифицированных ССЭ

Дозировка ССЭ, %	Физико-технические свойства образцов цементогрунтов				
	Образцы в возрасте 7 суток		Образцы в возрасте 28 суток		
	R _{сж} , МПа	R _{изг} , МПа	R _{сж} , МПа	R _{изг} , МПа	K ²⁸ _{мор}
При 6 % ПЦ					
0	3,3	0,61	4,22	0,73	0,31
0,02	3,98	0,67	5,11	0,85	0,44
0,04	4,29	0,79	5,49	0,95	0,47
0,06	4,27	0,77	5,47	0,93	0,51
0,08	4,25	0,75	5,45	0,91	0,52
0,1	4,22	0,73	5,43	0,89	0,53
0,12	4,21	0,71	5,41	0,87	0,54
При 8 % ПЦ					
0	4,6	0,78	5,88	0,94	0,43
0,02	5,12	0,84	6,78	1,02	0,54
0,04	5,47	0,99	7,53	1,18	0,59
0,06	5,57	0,98	7,51	1,16	0,64
0,08	5,55	0,96	7,49	1,14	0,7
0,1	5,53	0,94	7,47	1,12	0,71
0,12	5,51	0,92	7,45	1,1	0,72
При 10 % ПЦ					
0	5,85	0,93	6,95	1,09	0,55
0,02	6,24	0,99	7,45	1,19	0,63
0,04	6,89	1,09	8,12	1,27	0,72
0,06	7,25	1,15	8,62	1,35	0,81
0,08	7,22	1,13	8,6	1,32	0,87
0,1	7,21	1,11	8,58	1,3	0,88
0,12	7,19	1,09	8,56	1,28	0,91
При 12 % ПЦ					
0	6,5	1,01	7,81	1,18	0,61
0,02	7,47	1,15	8,46	1,36	0,77
0,04	7,93	1,23	9,21	1,44	0,84
0,06	7,89	1,21	9,51	1,42	0,92
0,08	7,85	1,19	9,48	1,41	0,98
0,1	7,83	1,17	9,45	1,38	0,99
0,12	7,81	1,15	9,43	1,35	0,99



— 6 % ПЦ; — 8 % ПЦ; — 10 % ПЦ; — 12 % ПЦ

Модификация укрепленных грунтов

Достижаемые марки по прочности и морозостойкости цементогрунтов, модифицированных ССЭ

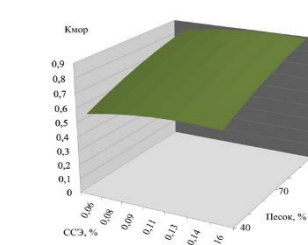
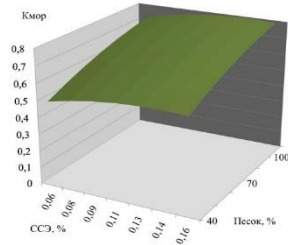
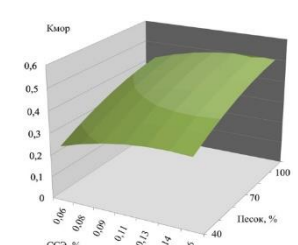
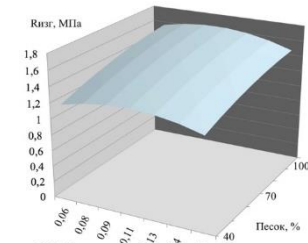
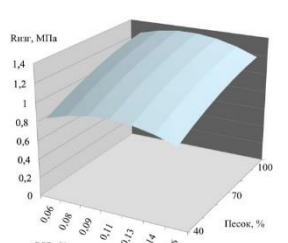
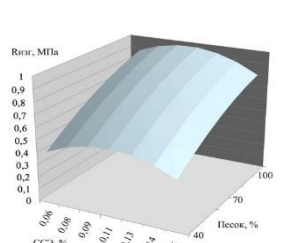
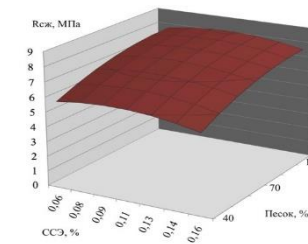
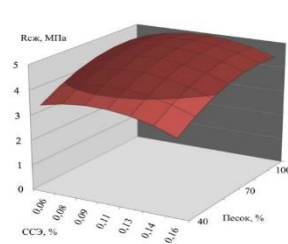
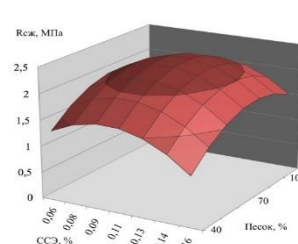
№ состава	Вяжущее и добавка	M40 и F15	M60 и F15	M75 и F15	M100 и F15
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Состав 23 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ %	-	-	12%	-
	Дозировка добавки	-	-	0,06%	-
Состав 24 (супесь пылеватая)	ПЦ %	-	-	10%	12%
	Дозировка добавки	-	-	0,1%	0,06%
Состав 25 (супесь пылеватая)	ПЦ %	8%	10%	-	-
	Дозировка добавки	0,1%	0,06%	-	-
Состав 26 (песок средней крупности)	ПЦ %	8%	10%	12%	-
	Дозировка добавки	0,06%	0,06%	0,02%	-
Состав 27 (песок средней крупности)	ПЦ %	8%	10%	12%	-
	Дозировка добавки	0,02%	0,02 %	0,02%	-
Состав 28 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ %	8%	12%	12%	-
	Дозировка добавки	0,06%	0,02 %	0,08%	-
Состав 29 (суглинок легкий песчанистый)	ПЦ %	8%	10%	12%	-
	Дозировка добавки	0,06%	0,08%	0,04%	-
Состав 30 (суглинок легкий пылеватый)	ПЦ %	8%	12%	12%	-
	Дозировка добавки	0,06%	0,02%	0,06%	-

Комплексная модификация укрепленных грунтов и оптимизация их состава

Матрица планирования эксперимента и значения физико-технических свойств модифицированного цементогрунта на основе грунта состава № 20

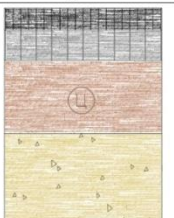
Оптимизация составов модифицированных цементогрунтов на основе грунта состава № 20

№	Расход ПЦ, %		Дозировка ПЦ, %		Дозировка ОТЭС, %		Предел прочности на сжатие (экспер.), МПа Предел прочности на растяжение при изгибе (экспер.), МПа Коэффициент морозостойкости (экспер.)			Предел прочности на сжатие (расчет.), МПа Предел прочности на растяжение при изгибе (расчет.), МПа Коэффициент морозостойкости (расчет.)		
	X ₁	X ₁	X ₂	X ₂	X ₃	X ₃	R _{сж}	R _{изг}	K _{мор}	R _{сж}	R _{изг}	K _{мор}
1	-1	6	-1	0,06	-1	40	0,79	0,48	0,18	1,34	0,42	0,25
2	1	12	-1	0,06	-1	40	5,76	1,22	0,43	5,84	1,21	0,57
3	-1	6	1	0,16	-1	40	0,55	0,52	0,26	0,97	0,41	0,33
4	1	12	1	0,16	-1	40	5,23	1,2	0,51	5,44	1,17	0,63
5	-1	6	-1	0,06	1	100	1,47	1	0,45	1,68	0,88	0,42
6	1	12	-1	0,06	1	100	7,78	1,59	0,81	7,69	1,56	0,83
7	-1	6	1	0,16	1	100	1,16	0,93	0,55	1,48	0,80	0,50
8	1	12	1	0,16	1	100	7,67	1,54	0,87	7,45	1,46	0,89
9	-1,68	3,96	0	0,11	0	70	1,38	0,31	0,13	0,68	0,48	0,14
10	1,68	14,04	0	0,11	0	70	9,84	1,76	0,91	9,49	1,69	0,74
11	0	9	-1,68	0,026	0	70	4,24	0,88	0,67	3,78	0,90	0,56
12	0	9	1,68	0,194	0	70	3,69	0,71	0,75	3,27	0,81	0,67
13	0	9	0	0,11	-1,68	19,6	3,18	0,73	0,66	2,50	0,75	0,45
14	0	9	0	0,11	1,68	120,4	4,67	1,29	0,78	4,48	1,37	0,81
15	0	9	0	0,11	0	70	3,56	1,12	0,48	4,79	1,21	0,71
16	0	9	0	0,11	0	70	4,43	1,32	0,51	4,79	1,21	0,71
17	0	9	0	0,11	0	70	4,51	0,99	0,79	4,79	1,21	0,71
18	0	9	0	0,11	0	70	5,15	1,39	0,71	4,79	1,21	0,71
19	0	9	0	0,11	0	70	4,49	1,08	0,79	4,79	1,21	0,71
20	0	9	0	0,11	0	70	4,49	1,08	0,79	4,79	1,21	0,71



Проектирование дорожных одежд и оценка экономической эффективности применения разработанных дорожно-строительных материалов

Агрызский район

Вид грунта	Карьеры	Дорожная одежда			Оптимальный состав укрепленного грунта***					Стоимость млн. руб. IV / V категории
		Конструкция	Толщины слоев		Вариант	Цемент	Грунт	Добавка	Расход добавки	
			IV категории*	V категории**						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Песок средней крупности	Отсутствуют	① 	$h_{ас} = 5 \text{ см}$ $h_{ас} = 6 \text{ см}$ $h_{ут} = 29 \text{ см}$ $h_{пгс} = 30 \text{ см}$	$h_{ас} = 4 \text{ см}$ $h_{ас} = 6 \text{ см}$ $h_{ут} = 16 \text{ см}$ $h_{пгс} = 30 \text{ см}$	B1	10	90	АГ	10	14,21/10,16
		②			B2	8	70	ПГС	30	14,26/10,18
		③			B3	10	100	ЛСТ	0,07	14,30/10,19
		④			B4	10	100	КХТ	0,4	14,36/10,21
		1 – Асфальтобетон плотный II марки типа Б, марка битума БНД-60/90			B5	10	100	ПКС	0,07	14,40/10,23
		2 – Асфальтобетон к/з пористый II марки, марка битума БНД-60/90			B6	10	100	СН	0,3	14,71/10,34
		3 – Укрепленный грунт марки по прочности M40, морозостойкости F15			B7	8	80	Щ	20	14,72/10,35
		4 – Песчано-гравийная смесь			B8	8	100	АЩМ	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

*** расход цемента и химической добавки от массы грунта, в %; расход инертных добавок, в % от общей массы

Щ – щебень карбонатный; АГ – асфальтогранулит; АЩМ – алкилидиноксид щелочного металла; ПКС – поликарбоксилат;

КХТ – кальций хлористый; СН – силикат натрия; ЛСТ – лигносульфонат

технический; технический

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ГБУ «ГЛАВТАДОРТРАНС»
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АЛЬБОМ

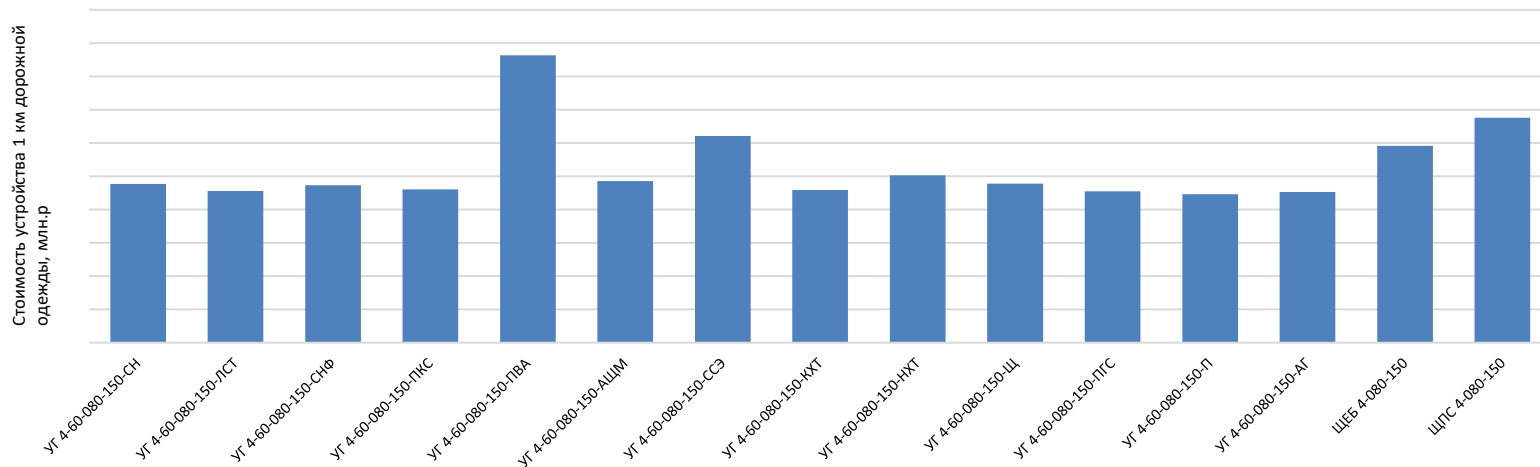
ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ IV И V ТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



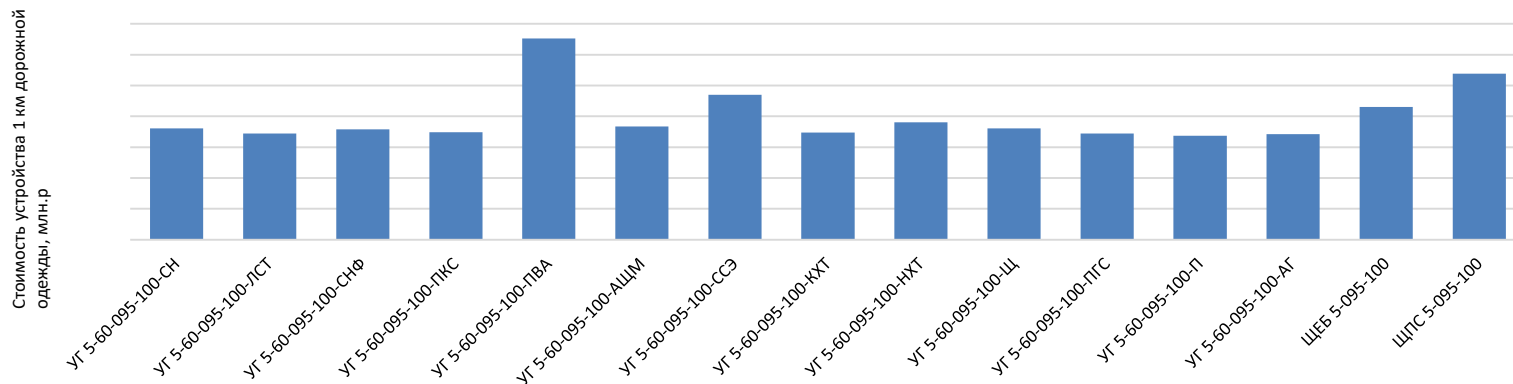
КАЗАНЬ

Сравнение сметной стоимости устройства дорожной одежды

IV категория



V категория



Внедрение результатов

Автомобильная дорога в Нурлатском районе



Отбор проб с экспериментальных участков автомобильной дороги



Состояние участков автомобильной дороги (после года эксплуатации)



Состояние участков автомобильной дороги (после двух лет эксплуатации)



Образец-кern из покрытия экспериментального участка автомобильной дороги

Участок 1

Гидрофобизатор на основе кремнийорганической добавки метилсиликоната калия

Участок 2-3

Гидрофобизатор на основе кремнийорганических соединений и электролитов

Внедрение результатов

Автомобильная дорога в Лаишевском районе



Отбор проб с экспериментальных участков автомобильной дороги



Состояние участков автомобильной дороги (после года эксплуатации)



Состояние участков автомобильной дороги (после двух лет эксплуатации)



Образец-кern из покрытия экспериментального участка автомобильной дороги

Гиперпластификатор - на основе эфиров поликарбоксилатов

Гидрофобизатор – кремнийорганическая добавка алкилсиликонат щелочного металла

Внедрение результатов

Автомобильная дорога в Новошешминском районе

Модификаторы:

Гидрофобизатор – на основе кремнийорганической силан-силоксановой жидкости

Активированный минеральный наполнитель – активированная известково-песчаная смесь

Активированный минеральный наполнитель – активированная доломито-песчаная смесь

Фиброволокно - рубленая нить стекловолокна

Гранулометрическая добавка – асфальтогранулят



Внедрение результатов



Распределение грунта автогрейдером



Подвоз асфальтогранулята погрузчиком



Распределение асфальтогранулята автогрейдером



Розлив воды поливмоечной машиной
(раствор гидрофобизатора для участка 1)



Распределение цемента
цементораспределителем



Распределение фиброволокна автогрейдером (участок 2)

Внедрение результатов



Внесение активированных минеральных наполнителей, распределение автогрейдером (участок 3,4)



Смешение компонентов ресайклером с последующим уплотнением катком



Планировка готовой смеси



Уплотнение готовой смеси



Розлив битумной эмульсии автогудронатором



Укладка асфальтобетона



ДОРОГИ



ТЕХНОЛОГИИ



ОСНОВЫ

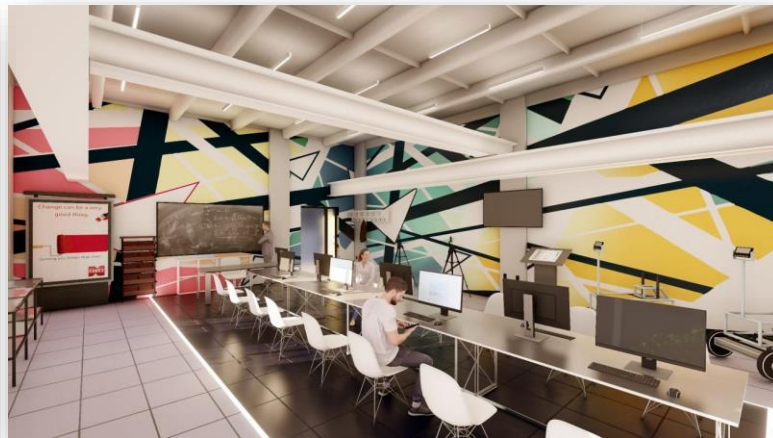


ОТКРЫТИЕ ПРОСТРАНСТВА «ОСНОВЫ» (НОЦ «Геотехника» и НОЦ «Строительство») с участием заместителя министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Н.Е. Стаशिшина и президента Республики Татарстан Р.Н. Минниханова



ПРОЕКТЫ НОВЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ КАСУ

НОЦ «ЦИФРОВЫЕ ДОРОЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»



НОЦ «ГЕОДЕЗИЯ»





КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Разработка дорожно-строительных материалов на основе модифицированных
укрепленных грунтов района применения**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

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



IX Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии: пути
повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог»