

Разработка состава специальной мелкозернистой бетонной смеси для практической реализации аддитивной технологии (3D-печати) в строительстве

Автор: Золотухина Алёна Евгеньевна

Научный руководитель: С.А. Удодов, и.о. зав.кафедрой ПСКиСМ

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ИННОВАЦИЯМ

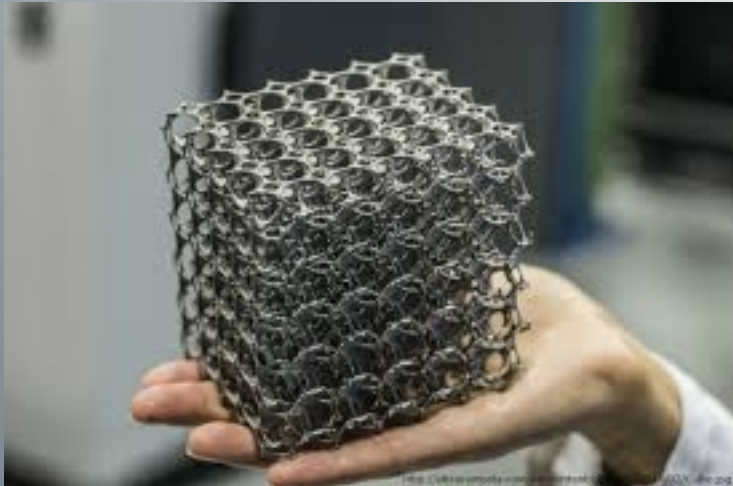
Актуальность проекта

Основатель
3-D печати
Чарлз Халл (1986 г.)



Актуальность проекта

Технология 3-D печати проникла во многие отрасли



Актуальность проекта

Не осталась в стороне и строительная отрасль



Научная новизна

Требования к бетону

Стандартные

Прочность

Долговечность

Морозостойкость

Специфические

Формоустойчивость

Адгезия (сцепление)

Трещиностойкость

Таблица 1. Общие требования к составам мелкозернистого бетона для строительного 3D-принтера

Стадия использования состава	Общие требования	
	Традиционные	Обусловленные особенностями технологии
Приготовленная бетонная смесь, готовая к формованию	1. Связность (сплошность)	1. Формоустойчивость 2. Способность полноценной гидратации в тонком слое 3. Регулируемость сроков схватывания (жизнеспособность)
Затвердевший композит	1. Прочностные характеристики в проектном возрасте 2. Деформационные характеристики (начальный модуль упругости, ползучесть) 3. Морозостойкость	1. Регулируемость динамики набора прочности 2. Обеспечение прочности сцепления между соседними слоями 3. Ограничение усадочных деформаций

Научная новизна

Разработана рецептура
специального мелкозернистого бетона

Трехкомпонентное вяжущее

+

Мелкий заполнитель (песок)

+

Комплекс полимерных добавок

Научная новизна

Трехкомпонетное вяжущее



Глиноземистый цемент



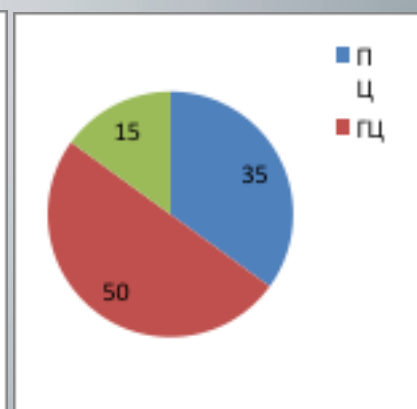
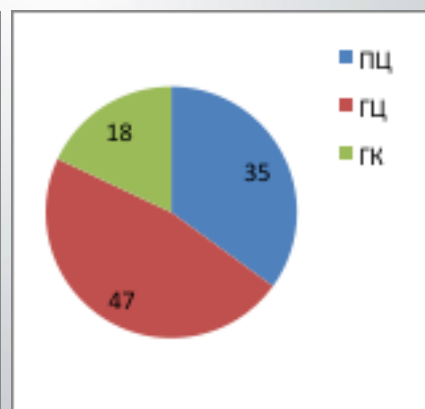
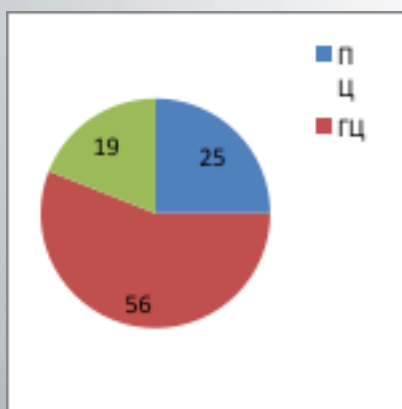
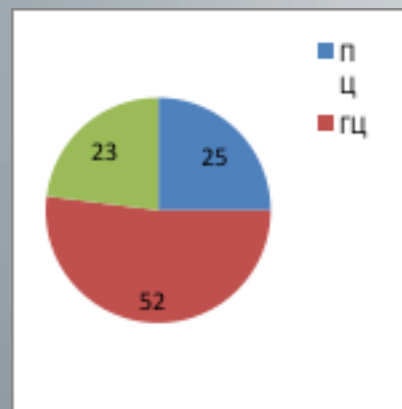
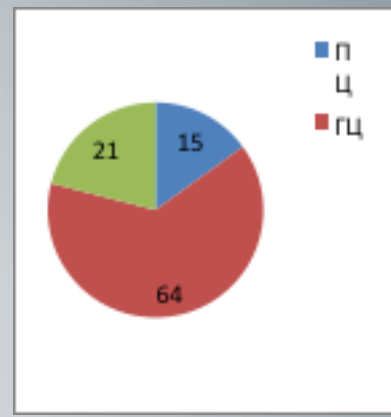
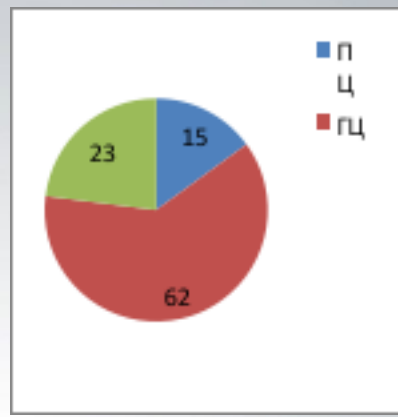
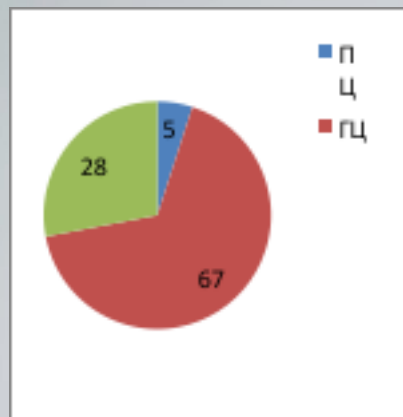
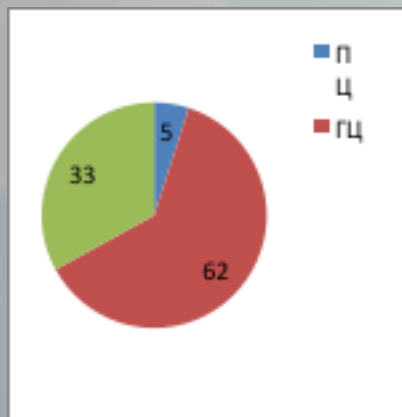
Портландцемент



Молотый природный гипс

Научная новизна

Трехкомпонетное вяжущее

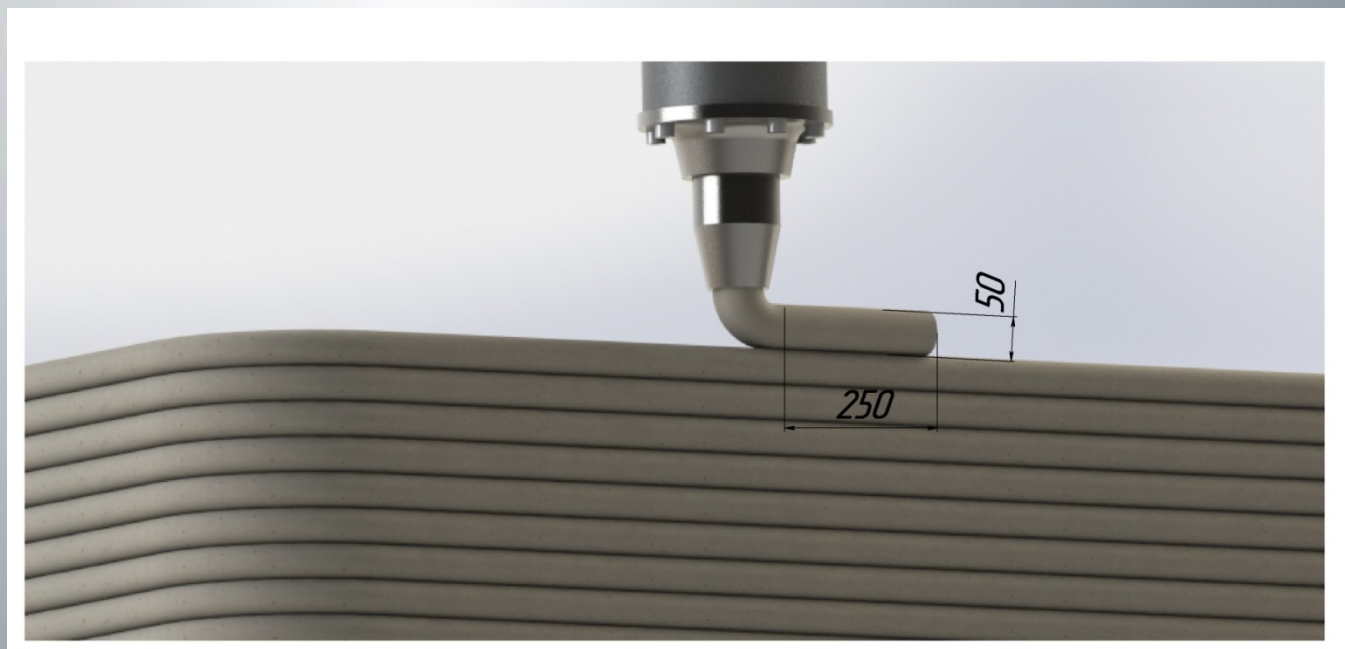


Результат: Прочность 7 МПа через 6 часов; 20 МПа – через 1 сутки, 40 МПа – в проектном возрасте 28 суток) при отсутствии усадочных деформаций бетона.

Научная новизна

Комплекс полимерных добавок

1. Адгезионный релдиспергируемый порошок
2. Водоудерживающая добавка – эфир целлюлозы
3. Формообразующая добавка – природное микроволокно
4. Добавка для снижения налипания - крахмал



Научная новизна

Экспериментальные составы

Компонент/параметр	Состав 1	Состав2	Состав 3	Состав 4	Состав 5	Состав 6	Состав 7	Состав 8
Трехкомпонентное вяжущее, г	500	500	500	500	500	500	500	500
Песок кубанский, г	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Вода, г	350	300	330	330	400	297	360	360
РПП, г	-	45	45	45	45	45	45	45
Эфир целлюлозы-1, г	-	-	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Крахмал, г	-	-	-	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Микроволокно, г	-	-	-	-	4,5	4,5	4,5	4,5
Микрокремнезем, г	-	-	-	-	-	-	-	50
В/Вяж	0,7	0,6	0,66	0,66	0,8	0,59	0,72	0,72
Плотн. смеси, кг/м3	2100	1883	1645	1490	1500	1545	1600	1480
Рсц, МПа	0,23	0,52	0,44	0,34	0,30	0,9	0,84	0,72

Научная новизна

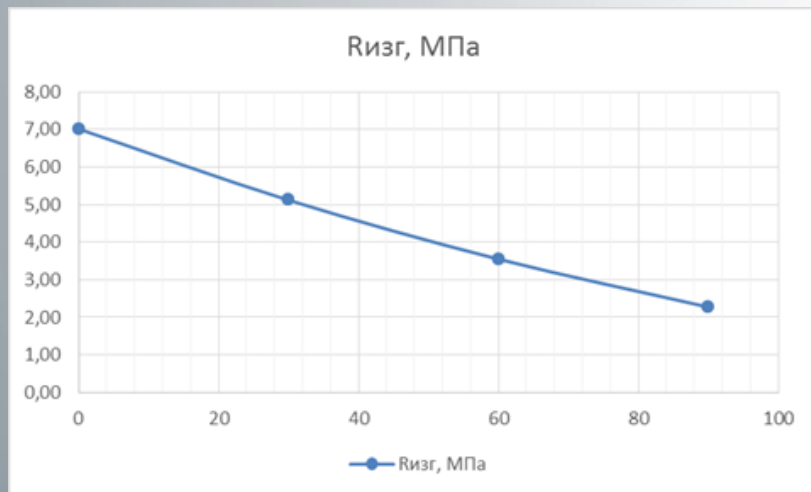


Научная новизна

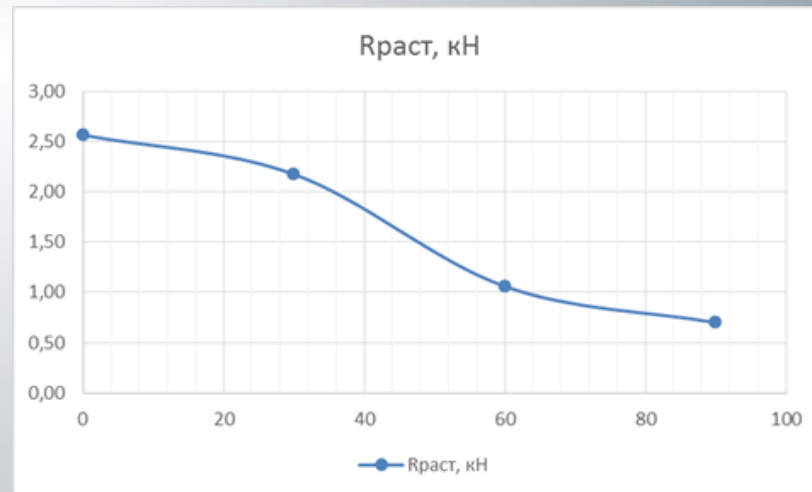



Экспериментальная часть

Прочность образцов на
портландцементе на изгиб



Прочность образцов на
портландцементе на растяжение
при раскалывании





Образец из
портландцемента
Время нанесения
второго слоя-30
минут
Смешанный отрыв

Экспериментальная часть

Время нанесения второго слоя-60 минут, смешанный отрыв

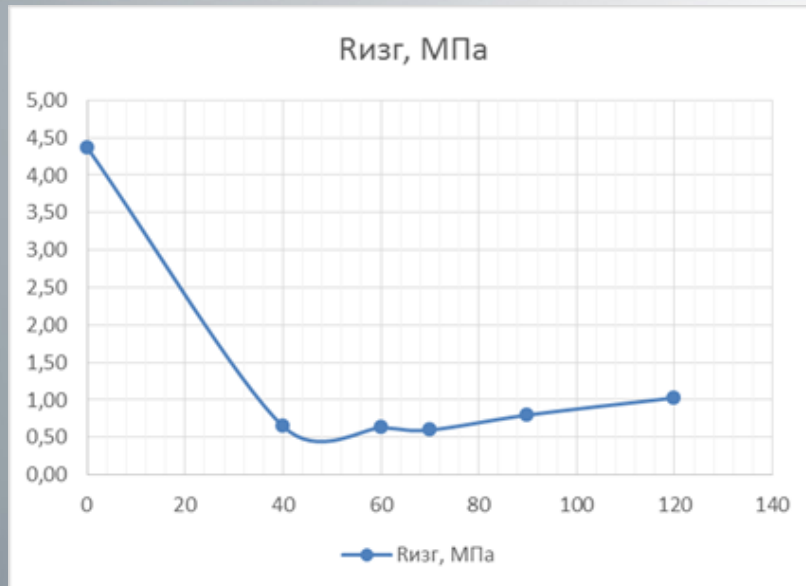


Время нанесения второго слоя-90 минут, адгезионный отрыв

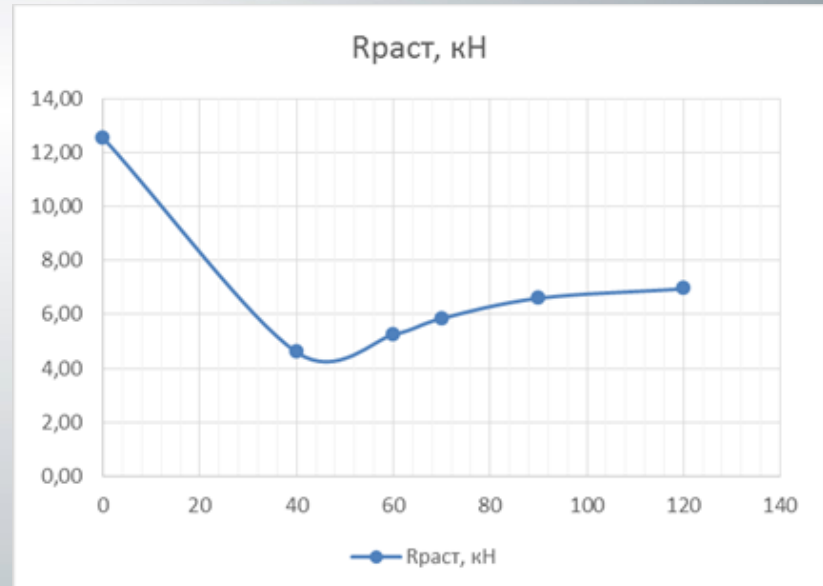


Экспериментальная часть

Прочность образца на трёхкомпонентном вяжущем на изгиб



Прочность образца на трёхкомпонентном вяжущем на растяжение при раскалывании



Экспериментальная часть

Время нанесения второго слоя-90 минут, смешанный отрыв



Время нанесения второго слоя-120 минут, смешанный отрыв



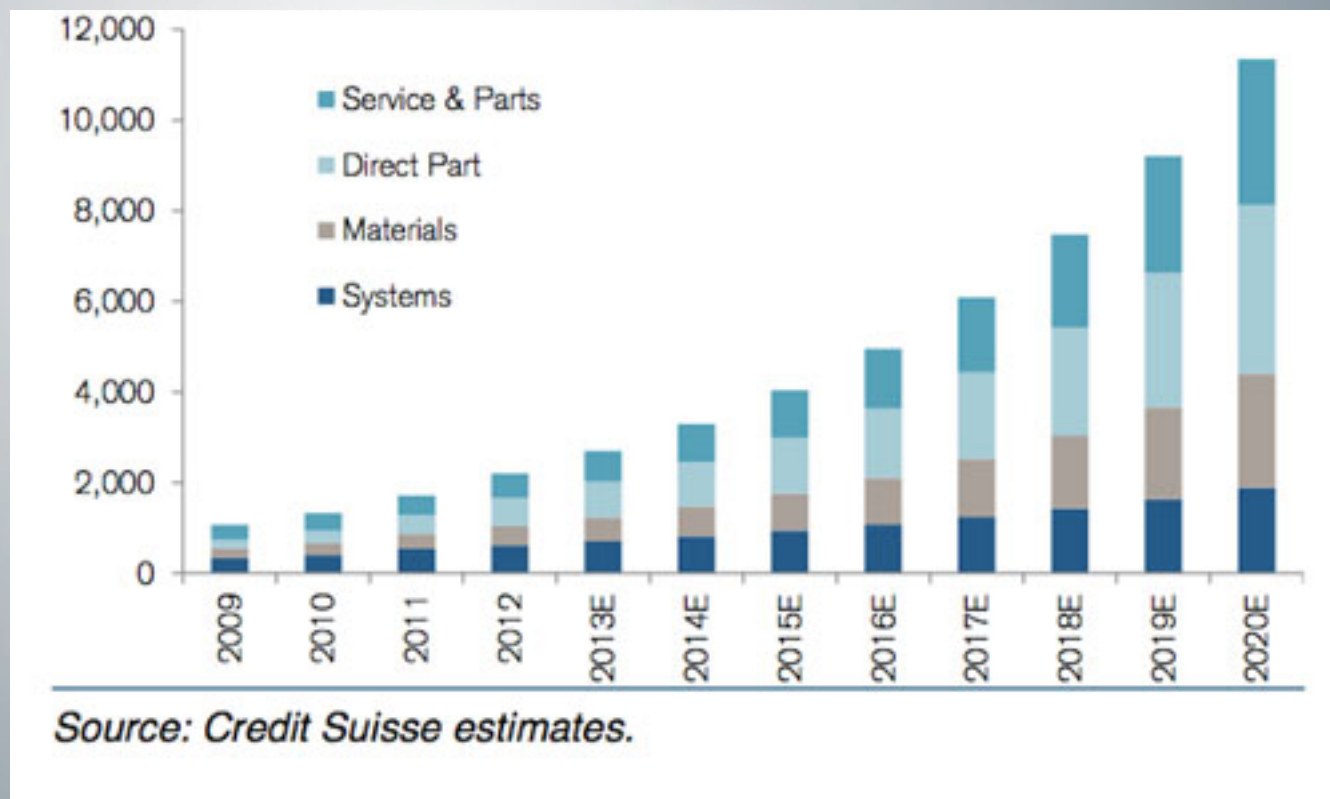
Практическое воплощение

Разрабатываемый состав мелкозернистого бетона будет реализован в виде готовой **сухой строительной смеси**, которая будет использоваться совместно с 3D-принтером (экструдером). сухая смесь будет упакована в мешки (25 кг) или биг-бэги (1000 кг)



Коммерциализуемость

Сегодня объем рынка 3-D печати в мире – около \$4 млрд./год
Прогноз через 4 года – \$12 млрд./год



Коммерциализуемость

1. При использовании отходов – минус 10-15% себестоимости
2. По опыту компании WinSun цена 1 м² жилья может опускаться до \$24!



План реализации

1. Тщательный литературный и патентный обзор.
2. Анализ полученной информации.
3. Изучение сырья, закупка недостающих компонентов, расходных материалов.
4. Отработка рецептуры в лабораторных условиях.
5. Апробация полученного состава (рецептуры) на собственном 3D-принтере.
6. Патентование рецептуры, публикация статей. Разработка бизнес-плана по выводу технологии на рынок.
7. Продвижение технологии: участие в выставках, конкурсах, специализированных экспозициях. Поиск и привлечение генерального инвестора для вывода технологии на рынок.

Источники финансирования

За два года выполнения проекта планируется привлечь средства, в объеме и из источников, указанных ниже:

1. Грант У.М.Н.И.К. - 500 000 рублей
2. Премия по конкурсу "InnoTech" (КубГТУ) - 30 000 рублей
3. Премия по конкурсу "IQ года - 2017" - 50 000 рублей
4. Инвестиции ООО "Центр развития строительных технологий" - 100 000 рублей
5. Собственные средства - 40 000 рублей

ИТОГО за два года: 720 000 рублей.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Выполнила: Золотухина Алёна Евгеньевна

al.zolot1993@YANOO.com +7(938)409-69-88

Научный руководитель: С.А. Удодов, и.о. зав.кафедрой КубГТУ