

**КЛАДОЧНЫЙ РАСТВОР С ПОВЫШЕННЫМ
КОЭФФИЦИЕНТОМ СЦЕПЛЕНИЯ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН ИЗ
СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА**

Рахимов Рахимбой Атажанович

докт. тех. наук, профессор

Рахимов Хусинбой Атажанович

преподаватель Ургенчского государственного университета

**COMPOSITE MASONRY MORTAR WITH AN INCREASED
COEFFICIENT
OF ADHESION FOR SILICATE BRICK MASONRY**

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются возможности получения ультрадисперсного аморфного кремнезема из рисовой шелухи способом термомеханической активации. Полученный продукт является рентген аморфным и ультрадисперсным, что подтверждается современными методами физико-химического исследования. Разработаны составы модифицированного кладочного раствора и исследованы среднее значение коэффициента прочности сцепления и характер отрыва.

ABSTRACT

This article discusses the possibility of obtaining ultrafine amorphous silica from rice husks by means of thermomechanical activation. The resulting product is X-ray amorphous and ultrafine, which is confirmed by modern methods of physical and chemical research. The compositions of the modified masonry mortar have been developed and the average value of the coefficient has been investigated. adhesion strength and tear-off character.

Ключевые слова: силикатные материалы, силикатный кирпич, цементно-песчаный раствор, пуццолана активные добавки, зола рисовой шелухи, ультрадисперсный аморфный кремнезём.

Keywords: silicate materials, silicate bricks, cement-sand mortar, pozzolana active additives, rice husk ash, ultradisperse amorphous silica.

Производство силикатных материалов применяемой в строительстве является одной из базовых отраслей строительной индустрии Узбекистана. О достижениях и имеющихся возможностях строительного комплекса Узбекистана можно судить по возрастающим в последние годы объемом строительства объектов социально-бытового и промышленного назначения, вводу в эксплуатацию новых технологий производства строительных материалов, отвечающих предъявляемым требованиям мирового стандарта и качества, а также модернизации существующих производств. Стеновые материалы одним из как объёмистых строительных материалов применяемые в строительстве обеспечивается в основном за счет керамического и силикатного кирпича.

Силикатный кирпич получает из кварцевого песка (до 92%), извести и воды [1] и имеет многочисленные достоинства, а внешний вид и характерная правильность форм особо покоряет покупателей. Бытует мнение, что силикатный кирпич изжил себя как строительный материал, строить из него лучше только нежилые помещения. Но как показывает опыт строителей Германии, Чехии, России и Финляндии, использование силикатного кирпича в этих странах стабильно увеличивается.

Силикатный кирпич считается одним из доступных и высокопрочных материалов в условиях Приаралья. В строительных отраслях Узбекистана производство силикатного кирпича постепенно снижается, хотя к концу XX века данная отрасль развивалась быстрыми темпами, продукция экспортировалась в страны ближнего и дальнего зарубежья. Но объекты, возведенные из силикатного кирпича в условиях Узбекистана, в ряде случаев не выдерживали землетрясения 3-5 баллов. В связи с этим было принято решение о прекращении строительства многоэтажных домов с использованием данного вида сырья, особенно в сейсмоактивных регионах Узбекистана, так как применяемые кладочные растворы также не отвечали требованиям по сцеплению с кирпичом. Результаты исследований показывают, что сцепление кладочного раствора с поверхностью кирпича отличается большой изменчивостью, что приводит к определенным трудностям при расчете элементов и сечений каменных конструкций из силикатного кирпича по предельным состояниям первой группы с учетом сопротивления кладки растяжению по неперевязанным швам [2-3].

Прочность сцепления зависит от состава и консистенции кладочного раствора, его прочности, которая зависит от температурно-влажностных условий режима затвердевания раствора в кладке, состояния контактных поверхностей и адсорбционных свойств поверхности кирпича, возраста кладки. Поэтому для каждого вида кладки эта величина устанавливается экспериментально в условиях, максимально приближенных к естественным

Анализ литературы показал, что кладка из силикатного кирпича с помощью цементно-песчаного раствора имеет низкие показатели прочности сцепления и нуждается во введении дополнительных модификаторов для увеличения этого показателя, в частности аморфного кремнезема [4].

В целях повышения коэффициента сцепления кладочного раствора с силикатным кирпичом были изучены возможности добавления ультрадисперсного аморфного кремнезема из золы рисовой лузги. Используемая в наших опытах зола была получена из рисовой шелухи - отхода обработки риса, выращенного на севере Республики Узбекистан. Для разработки технологии получения ультрадисперсного аморфного кремнезема были анализированы ряд источников [5-8]. Рисовая шелуха сушилась и затем сжигалась в лабораторной печи при температурах 600-800° С с последующим быстрым охлаждением и измельчением полученного продукта в шаровой мельнице в течение 640 мин. На рис 1 представлены данные рентгенофазового анализа ультрадисперсного аморфного кремнезема.

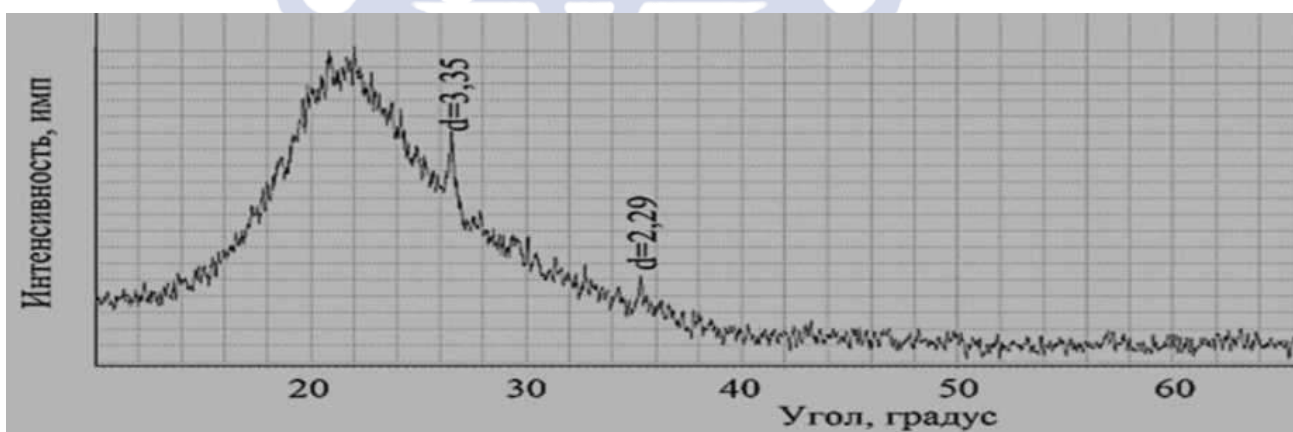


Рисунок 1. Рентгенограмма образца ультрадисперсного аморфного кремнезема



Как видим, представленный материал представлен в основном рентген аморфным, лишь дифракционные пики $d = 3,35$ и $2,29$ нм относятся к α -кварцу. Важной характеристикой модификаторов, вводимых в состав кладочных растворов, является их гранулометрический состав.

Как показывает рисунок, частицы порошка, полученного методом термомеханической активации рисовой лузги, имеют распределение по размерам в основном пределах от 10 до 100 нм, наиболее высокое содержание приходится на частицы размером 11 - 20 нм.

Физико-химическими методами исследования определены удельная поверхность порошков ($30-35$ м²/г) и объемная плотность (2200 г/см³).

Физико-химические показатели ультрадисперсного аморфного кремнезема исследованы согласно методикам изложенной в [9-11]. Внешний вид полученного порошка: мелкозернистый, порошкообразный материал белого, светло-серого или светло-желтого цвета. В таблице 1 представлены данные о физико-химических показателях ультрадисперсного аморфного кремнезема.

Как видно из данных приведенной в таблице 1, полученный исходный продукт содержит в своем составе химические элементы идентичные с природными материалами, применяемых в процессах получения кладочных растворов. При этом важным является, что массовая доля диоксида кремния в составе является аморфным, которые подтверждены рентгенографическими исследованиями (см. рис.1.).

Таблица 1

**Физико-химические показатели ультрадисперсного
аморфного кремнезема**

№	Наименование показателей	Показатели
1	Массовая доля диоксида кремния, %	85,0
2	Массовая доля воды, %	0,8-1,0
3	Массовая доля потерь при прокаливании,	4,0-5,0
4	Массовая доля свободных щелочей, (Na ₂ O,	2,0-3,0
5	Массовая доля оксида кальция, %	2,0-3,5
6	Массовая доля серного ангидрида, %	0,2-0,3
7	Индекс активности %	85,0



Составы кладочных растворов, содержащих ультрадисперсный аморфный кремнезем, рассчитанный методом абсолютных объемов, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Разработанные составы кладочного раствора

Состав	В/п	Расход сырья в материалах на 1м ³ /кг				
		Цемент	Песок	Вода	Пластификат	АК
Кл-Т	0,4	250	1125	120	6,5	0
Кл-1	0,5	250	1125	130	6,5	1,0
Кл-2	0,5	250	1125	140	6,5	2,0
Кл-3	0,6	250	1125	150	6,5	3,0
Кл-4	0,6	250	1125	150	6,5	4,0
Кл-5	0,5	250	1125	140	6,5	5,0

Кл-Т-традиционный состав применяемый в кладках стен строительных объектах Узбекистана

При изготовлении образцов-«двоек» были использованы следующие строительные материалы: силикатный утолщенный кирпич М-150 по ГОСТ 379-95 производства ООО «Кушкупир силикат гитттт заводи» Кушкупирского района Хорезмской области. Песок речной серый с $M_k=1,73$ речного карьера Амударья Ургенчского района, портландцемент М400 АО «Кизилкумцемент».

Для получения гомогенного кладочного раствора предварительно добавляли цемент, песок, пластификатор (С-3) и порошок ультрадисперсного аморфного кремнезема в смеситель гравитационного типа с частотой вращения 50 об./мин, время перемешивания - 5 мин. После этого, в полученную смесь добавили необходимое количество воды и перемешивали до получения однородной смеси (3-5 мин.).

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что модифицирование кладочного раствора добавкой ультрадисперсного аморфного кремнезема обеспечивает формирование стабильных гидросиликатов кальция ($d = 8,5; 7,31; 6,61; 3,33; 3,04$ А), низкоосновных гидросиликатов кальция типа С-S-H ($d = 4,94; 2,92; 2,18; 2,06; 1,98; 1,82$ А), а также способствует аморфизации структуры кладочного раствора виде



цементного камня, что подтверждается на диф- фактограммах с повышенным фоном в области малых углов и снижением интенсивности пиков кристаллических фаз $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 4,9; 2,63; 1,79; 1,48 \text{ \AA}$). Расшифровка рентгенограмм проводилось согласно [12].

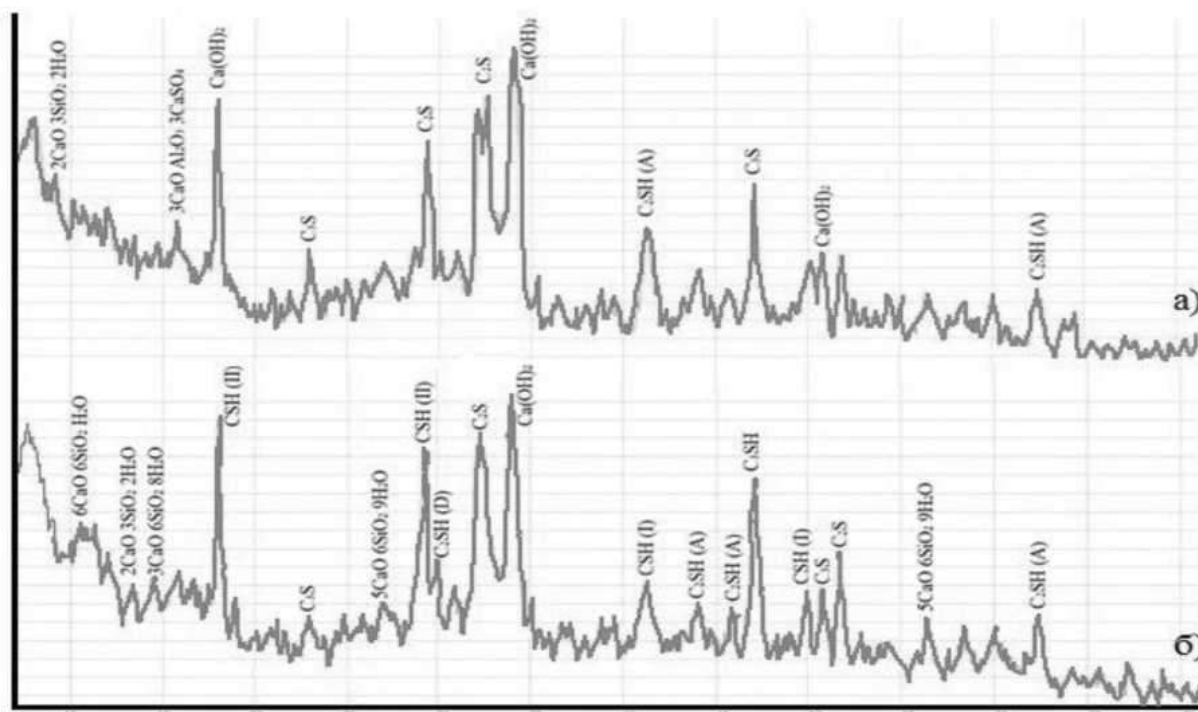


Рисунок 3. Рентгенограмма традиционного и испытываемого кладочного раствора состава Кл-4

Подготовленные кирпичи «двоек» сохранили в лабораторных условиях и обрызгивали водой за каждый двое суток 1 раз. Образцы хранили в течение 28 суток и испытали согласно методу изложенных в ГОСТ 24992-2014. Сущность метода заключается в определении характеристики удельной работы для разделения кирпича и раствора при действии осевого растягивающего усилия, направленного перпендикулярно плоскости их контакта (по неперевязанным швам) [13]. Образцы изготавливали одновременно на растворе одного замеса в количестве 5 шт. Одновременно с изготовлением образцов готовили не менее трех контрольных кубов из того же раствора для определения его марки. Образцы изготавливали из двух целых кирпичей, уложенных один на другой

и соединенных между собой кладочным раствором.

Испытания трех образцов из двух целых кирпичей изготовленных одновременно с кладкой стены показали значение предела прочности сцепления при осевом растяжении равным 1,4; 2,0 и 1,8 кг/см². Характер разрушения: разрыв по раствору. Испытания двух образцов из пяти не представилась возможным из за предела возможности испытательного оборудования (2,2 кг/см²) т.к. при этой величине не произошел разрыв образца.

Объяснением такого эффекта является пуццолановая активность ультрадисперсного аморфного кремнезема [14]. Находясь в аморфном состоянии, он при обычных температурах вступают в реакцию с Ca(OH)₂.



Образование высокодисперсного гидросиликата с повышенными вяжущими свойствами взамен Ca(OH)₂ приводит к улучшению свойств цементного камня.

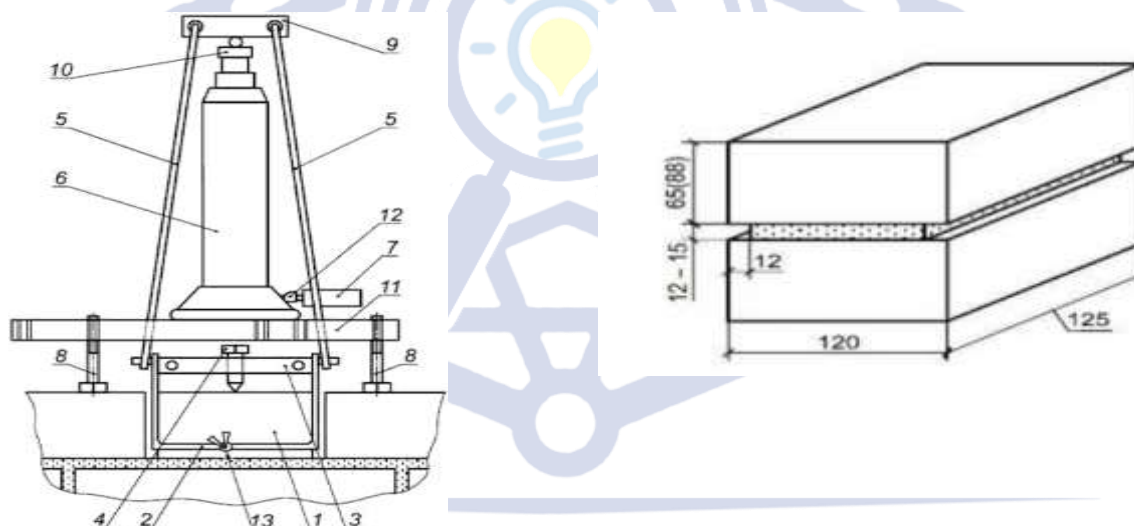


Рисунок 4. Сборное гидравлическое испытательное оборудование (А) и схема подготовки образцов (Б)

1 - испытуемый кирпичи двойки; 2 - захват (тросовый); 3 - перекладина;
4 - регулировочный болт; 5 - тяга; 6 - гидравлический домкрат; 7 - манометр;
8 - регулируемые опоры; 9 - траверса; 10 - шарнир; 11 - рама; 12 - переходник;
13 - узел троса.

Результаты испытания приведены в нижеследующей таблице 3

Результаты испытания коэффициента сцепления кладочного раствора

№ состава	Среднее значение коэф. прочности сцепления, кг/см ²	Характеристика площади отрыва
КЛ-Т	0,65	отрыв по раствору
КЛ-1	1,3	отрыв по контакту
КЛ-2	1,1	отрыв по контакту
КЛ-3	1,40	отрыв по раствору
КЛ-4	2,00	отрыв по раствору
КЛ-5	1,85	отрыв по раствору

Этому способствует и уменьшение размеров пор вследствие трансформации части капилляров в гелевые поры, находящиеся между частицами гидросиликата кальция.

Выводы: физико-механическими способами подготовленные образцы золы рисовой лузги показал своей приемлемость модификатора в процессе получения кладочного раствора удовлетворяющей условиям КМК - 2.01.03.96 «Строительство в сейсмических районах» для кладки II категории действующий на территории Республики Узбекистан.

Обоженный и механически активированные образцы золы рисовой лузги представляют собой ультрадисперсный аморфный кремнезем с содержанием SiO₂ не менее 85,0%, в его составе также содержатся оксиды кальция, натрия и калия в незначительных пределах.

Таким образом, разработанный состав кладочных растворов с различными содержаниями ультрадисперсного аморфного кремнезема испытан на сцепление в системе «силикатный кирпич - кладочный раствор» и в результате показал, что прочность сцепления образцов в течение 28 суток (составы Кл-3, Кл- 4 и Кл-5) укладываются в требования, согласно пункту 3.5.4. КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах».

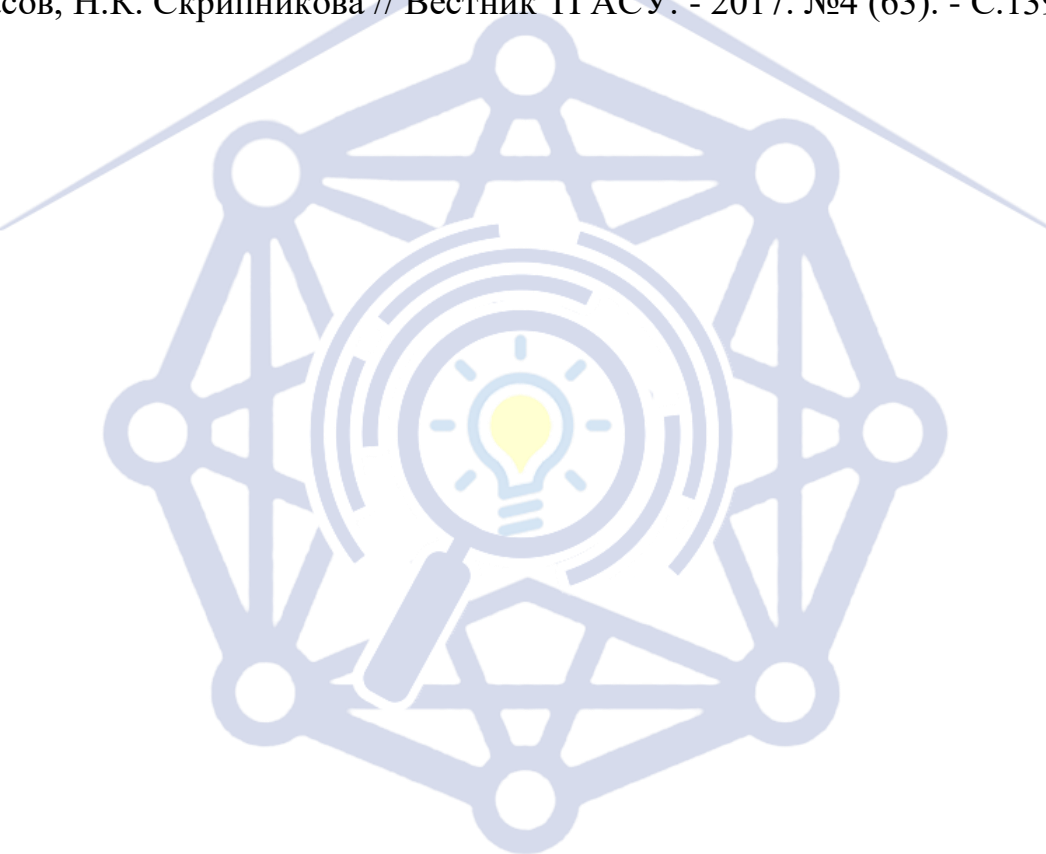
Список литературы:

1. Вахнин М.П., Анищенко А.А. Производство силикатного кирпича. - М.: Высшая школа, 2001. - 160 с.
2. Грановский В.А., Джамуев Б.К. К вопросу о возможности применения стен из ячеистобетонных блоков в сейсмических районах// Промышленное и гражданское строительство. №4. 2011. С. 37-39.
3. Деркач В.Н. Прочность касательного сцепления цементных растворов в каменной кладке// Инженерно-строительный журнал. №3 (29). 2012. С. 19-28.
4. Нгуен М.Х. Процессы термической переработки рисовой шелухи при получении активированного углеродного материала и их аппаратурное обеспечение: Дисс. ... канд. технич. наук. - Томск, 2018.
5. Ремпел А.А. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. Пособие. / Под ред. А.А. Ремпел, А.А. Валеева. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. - 136 с. - ISBN 978-5-7996-1401-0.
6. Аввакумов Е.Г. Механохимические методы активации в переработке природного и техногенного сырья / Е.Г. Аввакумов, А.А. Гусев ; отв. ред. Н.З. Ляхов. - Новосибирск: Гео, 2009. - 153 с. - ISBN 978-5-9747-0161-0.
7. Космачев П.В. Исследование структуры и свойств нанопорошка SiO₂, полученного плазменным методом из природных высококремнеземистых сырьевых материалов / П.В. Космачев, В.А. Власов, Н.К. Скрипникова // Известия вузов. Физика, 2017. - Т. 60 № 2. - С. 46-50.
8. Власов В. А Технологические аспекты получения наночастиц диоксида кремния / В.А. Власов, П.В. Космачев, Н.К. Скрипникова // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции. - Томск, 2015. - С. 161.
9. Попов Л.Н., Попов Н.Л. Строительные материалы и изделия: Учебник. М.: ГУПЦПП, 2000. 384 с.
10. Попов Л.Н. Лабораторный практикум по предмету "Строительные материалы и детали". М.:Стройиздат, 1988. 221 с.
11. Кальгин А.А., Сулейманов Ф.Г. Лабораторный практикум. М.: Высш. шк., 1994. 271 с.

12. Клопотов А.А. Основы рентгеноструктурного анализа в материаловедении: учеб. пособие / А.А. Клопотов [и др.]. - Томск: Изд-во Том. гос. Архива строит. ун-та, 2012. - 276 с. - ISBN 978-5-93057-457-9.

13. ГОСТ 24992-2014 «Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке» Госстандарт. 2014- 12 с

Космачев П.В. Композиционные материалы на основе цемента с нанодисперсным диоксидом кремния / П.В. Космачев, О.В. Демьяненко, В.А. Власов, Н.К. Скрипникова // Вестник ТГАСУ. - 2017. №4 (63). - С.139-146.



Research Science and
Innovation House

