

УДК 69.05

**Медяник Юлия Владиславовна**

кандидат технических наук, доцент

E-mail: [julia-707@mail.ru](mailto:julia-707@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Классификация и анализ дефектов и повреждений штукатурных покрытий фасадов зданий**

#### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Целью работы являлось изучение причин образования дефектов и повреждений штукатурных покрытий фасадов зданий, выполненных по традиционной монолитной технологии, их классификация и анализ.

*Результаты.* Выполнен осмотр фасадов кирпичных зданий и выявлены наиболее характерные дефекты и повреждения штукатурных покрытий, возникающие в процессе строительства и эксплуатации объектов: образование трещин и пустот, отслоение штукатурки от основания, потеря декоративных качеств. Предложена классификация факторов, влияющих на появление этих дефектов и повреждений, и выполнен их анализ. Сформулированы основные направления решения проблемы качества и долговечности штукатурных покрытий.

*Выводы.* Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в уточнении и разработке классификационных признаков дефектов и повреждений фасадных штукатурных покрытий, что необходимо для определения причин их возникновения и выбора соответствующей технологии ремонта.

**Ключевые слова:** фасады зданий, штукатурные покрытия, дефекты, повреждения, штукатурные работы, ремонт.

#### **Введение**

Для создания архитектурного облика фасадов зданий в настоящее время применяются самые разные способы отделки. Среди этого многообразия вариантов отделки особое место занимают штукатурные покрытия, обладающие рядом преимуществ. Неоспоримыми достоинствами штукатурки являются эстетическая привлекательность, возможность придания поверхности различного цвета и фактуры, ремонтпригодность, применимость для отделки фасадов различной сложности, в том числе с мелкими декоративными элементами. Штукатурка выполняет не только декоративные функции, но и обеспечивает защиту здания от внешнего воздействия, переувлажнения, потерь тепла. Особо востребован такой способ отделки при реконструкции, реставрации и ремонте фасадов зданий, представляющих историческую ценность.

В процессе эксплуатации штукатурные покрытия испытывают различные воздействия, которые снижают их защитные функции и архитектурную выразительность. Недостатки проектных решений, наличие дефектов и повреждений в выполненных конструкциях и эксплуатационные нарушения усугубляют влияние внешних факторов и ускоряют процесс разрушения [1, 2].

Согласно ВСН 58-88 (р) «Положение о проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения» дефект элемента здания – это неисправность, вызванная нарушением правил, норм и технических условий при его изготовлении, монтаже или ремонте. Повреждением элемента здания или его составных частей считается неисправность, вызванная внешним воздействием. Для восстановления целостности штукатурного покрытия или предотвращения его прогрессирующего разрушения в процессе эксплуатации возникает необходимость проведения ремонтных работ. Для оценки ремонтпригодности штукатурки и выбора соответствующей технологии ремонтно-восстановительных работ необходимы точная характеристика и классификация дефектов и повреждений.

### Основные дефекты и повреждения штукатурных покрытий

Требования ВСН 58-88 (р) устанавливают минимальную продолжительность эффективной эксплуатации наружной отделки до капитального ремонта: для штукатурки, выполненной сложным раствором по кирпичу, не менее 30 лет, для терразитовой штукатурки – не менее 50 лет. Образование трещин и других дефектов на фасадах, оштукатуренных по традиционной монолитной технологии, снижает не только установленный нормами срок службы и эксплуатационные характеристики штукатурки как защитного покрытия, но и всей стены как несущей и ограждающей конструкции. Поэтому для разработки мероприятий по устранению дефектов штукатурных покрытий, прежде всего, необходимо проанализировать причины их возникновения, установить характер и возможное развитие этих дефектов.

Для достижения поставленной в работе цели был проведен визуальный осмотр ряда зданий с несущими стенами из кирпича в г. Казани (табл.).

Таблица

**Характерные дефекты и повреждения штукатурных покрытий фасадов зданий**

Наименование дефекта или повреждения	Общий вид дефекта или повреждения	Причины возникновения
Трещины на поверхности штукатурки		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение жирных или плохо перемешанных составов.</li> <li>2. Несоблюдение толщины наносимых слоев и времени выдержки предыдущего слоя.</li> <li>3. Отсутствие армирующей сетки в местах сопряжений.</li> <li>4. Отсутствие ухода за твердеющей штукатуркой.</li> <li>5. Осадочные деформации грунта.</li> </ol>
Коробление покрытия и образование пустот		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточная прочность основания под штукатурку.</li> <li>2. Проникновение влаги в местах примыканий.</li> <li>3. Оштукатуривание по влажной поверхности.</li> <li>4. Нарушение технологии производства работ в зимнее время.</li> </ol>
Отслоение штукатурного намета от основания		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неправильная подготовка основания под штукатурку.</li> <li>2. Несовместимость основания и штукатурки по прочности.</li> <li>3. Нарушение технологии исполнения узлов и примыканий и проникновение влаги.</li> <li>4. Нанесение накрывочного слоя на пересушенные ранее нанесенные слои раствора, на загрязненную поверхность.</li> </ol>
Отслоение накрывочного слоя от грунта		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Отсутствие ухода за твердеющей штукатуркой.</li> <li>6. Нарушение технологии производства работ в зимнее время.</li> </ol>

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что на фасадах зданий могут возникать следующие характерные дефекты и повреждения штукатурных покрытий:

- образование трещин – вертикальных, горизонтальных и диагональных;

- отслоение штукатурного намета от основания, в том числе, с разрушением основания;
- отслоение накрывочного слоя от грунта;
- образование пустот и коробление штукатурного покрытия;
- потеря декоративных качеств вследствие образования высолов, атмосферного воздействия и УФ-лучей.

Для осмотренных зданий наиболее распространенными дефектами являются вертикальные трещины и отслоение штукатурного намета от основания.

В работе П.Г. Василика отмечается, что не каждая трещина на фасаде здания считается дефектом штукатурного покрытия [3]. Определяющими факторами при этом могут являться ширина трещины, ее повторяемость и длина, структура рассматриваемой поверхности, а также субъективная оценка эксперта. Автор выделяет следующие разновидности трещин на фасадах зданий:

1. Трещины, обусловленные дефектами здания.
2. Трещины, обусловленные дефектами основания под штукатурку.
3. Трещины, обусловленные дефектами штукатурки (усадочные трещины, тупиковые трещины и трещины, возникающие в результате внутренних напряжений).

В исследовании С.В. Алехина предлагается классифицировать трещины по статической работе [4]:

1. «Статические» (неразвивающиеся) трещины – возникают исключительно в штукатурном слое в результате неблагоприятного соотношения напряжений и нагрузок. При этом штукатурка может растрескиваться по всей толщине, или трещина образуется только в самом верхнем ее слое.

2. «Условно статические» – динамически развивающиеся при воздействии внешних факторов трещины. Причина их возникновения – результат деформаций, например, из-за гигроскопичного и термического разбухания и усадки. В данном случае речь также идет о трещинах, возникших вследствие внутренних напряжений.

3. «Динамические» (сильно нагруженные). Здесь речь идет о развивающихся трещинах, возникающих в результате осадки и движений самого сооружения. Такие трещины могут возникать вследствие изменения окружающей среды, например, при увеличении интенсивности уличного движения, прокладке или пролегании под зданием туннеля метро.

В другом исследовании [5] автором выделяются две группы факторов, влияющих на физико-механические показатели штукатурок: постоянные, проявляющиеся независимо от принятой технологии производства работ, и переменные (технологические), проявляющиеся в процессе устройства штукатурки. К постоянным факторам автор относит вид вяжущего, его количество и активность, вид и количество заполнителя, крупность частиц заполнителя, наличие добавок. К технологическим факторам относятся водовяжущее отношение, продолжительность перемешивания растворной смеси во время ее приготовления, двухступенчатое перемешивания смеси с перерывом, влажность основания, грунтование основы, контактный слой.

Таким образом, с учетом проведенного визуального осмотра штукатурных покрытий и существующих в данной области исследований можно выделить четыре основные группы факторов, влияющих на образование дефектов и повреждений на фасадах зданий и которые необходимо учитывать при проектировании, строительстве и ремонте фасадных систем:

- организационно-технологические;
- эксплуатационные;
- конструктивные;
- рецептурные.

#### **Анализ причин образования дефектов и повреждений штукатурных покрытий**

Влияние группы организационно-технологических факторов на качество готового штукатурного покрытия обусловлено непосредственно соблюдением технологии и организации производства работ [6].

Технология устройства традиционной монолитной («мокрой») штукатурки на минеральных вяжущих для получения улучшенного или высококачественного покрытия предполагает нанесение минимум трех слоев: обрызга, грунта и накрывки. Обрызг выполняется жидким раствором подвижностью 8-12 см без выравнивания и предназначен для улучшения сцепления штукатурного намета с основанием. Чем качественнее нанесен обрызг, тем прочнее будет держаться штукатурка. Грунт – это основной слой штукатурного намета, который образует необходимую толщину штукатурки и выравнивает поверхность. Для нанесения грунта применяют штукатурные растворы подвижностью 7-9 см по погружению стандартного конуса. Накрывочный слой выполняется растворной смесью подвижностью 10-12 см для придания поверхности окончательного вида и наносится по схватившемуся грунту с тщательным разравниванием.

На сегодняшний день для отделки фасадов предлагается большой ассортимент штукатурных смесей, в том числе, предназначенных для тонкослойного нанесения. Важным преимуществом тонкослойной штукатурки является возможность ее применения не только для отделки новых зданий, но и при реставрации исторических объектов с фасадами сложных конфигураций. Однако в ряде случаев именно архитектурная ценность реконструируемого объекта накладывает определенные ограничения на выбор технологии устройства штукатурки и предполагает нанесение 2-4-х слоев растворной смеси [7]. В связи с этим большое значение приобретает предварительная подготовка поверхности – очистка и грунтовка основания, расшивка швов, предварительное увлажнение кирпичных стен, устройство армирующей сетки.

В работах [5, 8, 9] отмечается, что на физико-механические показатели штукатурки существенное влияние оказывают подвижность растворной смеси, продолжительность ее перемешивания, влажность основания и подготовка контактного слоя, а также толщина штукатурного намета. Увеличение подвижности растворной смеси с 8 см до 11 см позволяет повысить сцепление штукатурки с кирпичным основанием на 66 % [9]. Создание на контактной поверхности насечек, борозд и рифлений на глубину 2-3 мм способствует увеличению прочности сцепления штукатурки с основанием на 25-30 %. При увеличении длительности перемешивания штукатурной смеси с 3 до 7 минут отмечается повышение трещиностойкости, прочности затвердевшего раствора и адгезии к основанию. Предварительное увлажнение кирпичной поверхности позволяет повысить прочность сцепления штукатурки с основанием на 30-40 %, однако при полном насыщении основания влагой адгезия уменьшается на 35-40 %.

Важным фактором является количественное соотношение вяжущего и заполнителя в составе растворной смеси. Применение слишком жирной смеси может привести к большой усадке затвердевшего раствора, и как следствие, к образованию трещин.

Одной из причин отслоения штукатурного намета от основания и появления трещин является несовместимость основания и штукатурки по прочности. В нормах проектирования (СП 82-101-98) для выполнения обрызга рекомендуются составы растворов с соотношением по объему цемент:заполнитель (песок) от 1:2 до 1:3, для грунта от 1:1,5 до 1:2,5, для накрывочного слоя от 1:1 до 1:1,5. Использование растворов повышенной прочности по основанию из кирпича или по ранее нанесенным слоям (обрызгу, грунту) может вызвать появление напряжений, обусловленных деформациями усадки, и послужить причиной разрушения контактных зон между слоями штукатурного намета [10]. Таким образом, применение цементных растворов повышенной прочности по основанию из керамического кирпича не только приводит к необоснованному перерасходу вяжущего, но и отрицательно сказывается на качестве и долговечности штукатурки.

Нанесение слишком толстого слоя растворной смеси за один проход или нанесение последующего слоя на еще не схватившийся предыдущий может вызвать оплывание штукатурки, нарушение сцепления слоев, появление трещин. Отсутствие необходимого ухода за штукатуркой в процессе производства работ приводит к пересушиванию штукатурки и отрицательно влияет на прочность готового покрытия. Поэтому на стадии производства работ важен операционный контроль качества, в том числе, самоконтроль рабочих.

Не меньшее внимание необходимо уделять технологии исполнения узлов и примыканий [7]. Некачественно выполненное примыкание кровельного ковра к парапету неизбежно приводит к проникновению влаги в толщу стены. В результате речь может

идти уже не только об утрате декоративных качеств отделки фасада, но и о потере стеной прочностных свойств.

Достаточно распространенным нарушением в строительстве является несоблюдение технологии производства работ в зимнее время [11]. Отклонение от запланированных сроков возведения объекта нередко приводит к переносу отделочных работ на осенне-зимний период, что требует особого подхода к их выполнению и тщательного соблюдения температурного режима при использовании штукатурных смесей с противоморозными добавками, а также при работе в тепляках. Производство штукатурных работ при температуре наружного воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  приводит к деструктивным изменениям поровой структуры твердеющего раствора [12, 13]. Непрогнозируемые заморозки, снижение температуры ниже допустимого уровня в ночное время существенно повышают риски замедления или прекращения процессов гидратации гидравлических вяжущих в составах штукатурных смесей и снижают эксплуатационные характеристики штукатурки [14].

Результатом воздействия эксплуатационных факторов является образование трещин, в том числе, динамически развивающихся, появление высолов, неравномерной окраски, мокрых пятен на фасаде. К эксплуатационным факторам можно отнести:

1. Осадочные деформации грунтов.
2. Динамические и вибрационные воздействия при забивке свай, прокладке метро, от движущегося транспорта.
3. Влияние дымовых газов и продуктов сгорания различного происхождения, содержащих серную или сернистую кислоту и другие опасные соединения.
4. Воздействие ветра и содержащихся в воздухе и атмосферных осадках химических реагентов, а также УФ-излучение.
5. Неправильное или некачественное выполнение отвода воды с покрытия, несвоевременный ремонт водоотводящих поясков.

Конструктивные факторы связаны с особенностями при проектировании стеновых конструкций. Зачастую не учитывается несовместимость материала наружной стены и штукатурки, когда стена выполняется из газобетонных блоков, а штукатурка – из цементно-песчаного раствора с плохой паропроницаемостью. Как следствие, влага из помещения проникает через газобетон, упирается в плотную штукатурку, и зимой происходит промерзание и разрушение штукатурки и стены.

В последние годы широкое применение находят системы с наружной теплоизоляцией стен и тонкослойной штукатуркой. Конструктивно такая система работает хорошо, стена находится в сухом состоянии, «точка росы» вынесена в толщу утеплителя, и практически отсутствуют «мостики холода». Однако в подобных системах также имеются некоторые особенности: утеплитель для углов оконных и дверных проемов рекомендуется выполнять из Г-образных элементов, вырезанных из цельной плиты. Углы необходимо дополнительно армировать сеткой, а примыкание к неутепляемым поверхностям (например, к цоколю), выполнять через температурно-деформационный шов (уплотнительный шнур + герметик).

Несоблюдение уклона балконов от стены для обеспечения стока дождевых вод приводит к постоянному переувлажнению стен, проникновению влаги через трещины в толщу штукатурки и намоканию стеновых конструкций. Результатом такого воздействия может стать отслоение и коробление отделочного слоя, а также снижение несущей способности наружных стен здания.

Рецептурные факторы определяют основные физико-технические свойства штукатурных растворов и напрямую влияют на качество и долговечность штукатурных покрытий фасадов зданий. Регулируя свойства материалов, в определенной степени можно нивелировать влияние как технологических, так и эксплуатационных и конструктивных факторов.

Введением химических добавок можно повысить адгезию штукатурки к основанию, ее морозостойкость и трещиностойкость, получить покрытия, обладающие водоотталкивающими свойствами, и таким образом, снизить отрицательное воздействие атмосферных осадков. Правильный подбор фракционного состава заполнителя позволяет оптимизировать прочностные показатели растворов смесей и одновременно уменьшить

расход вяжущего. Эффективным способом регулирования строительно-технологических свойств штукатурных смесей является применение в их составах добавок-наполнителей из природного минерального сырья, а также побочных продуктов производства [15]. Это позволяет повысить водоудерживающую способность растворных смесей, их жизнеспособность, а также улучшить их удобоукладываемость.

### **Заключение**

Рассмотренные причины образования дефектов и повреждений штукатурных покрытий фасадов зданий находятся в тесной взаимосвязи, и степень влияния каждого из этих факторов в отдельности оценить невозможно. Таким образом, проблема качества и долговечности штукатурных покрытий является комплексной и должна решаться в нескольких основных направлениях:

1. Усовершенствование технологии производства штукатурных работ, особенно в области деформационных швов, в простенках и местах сопряжения конструкций.
2. Операционный контроль качества штукатурных работ на месте их производства и минимизация влияния «человеческого» фактора.
3. Устранение технологических и конструктивных факторов еще на стадии проектирования и строительства объекта.
4. Контроль за эксплуатацией зданий и своевременное проведение планово-предупредительных ремонтных работ.
5. Продолжение исследований в области модификации свойств материалов для отделки фасадов с учетом существующего опыта.

### **Список библиографических ссылок**

1. Баянова Д. Р., Павлов В. В. Повреждения стен зданий старой постройки : в сб. «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции». Материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции. 2016. С. 240–243.
2. Шаленний В. Т., Скокова А. О. Результати кореляційно-регресійного аналізу впливу архітектурно-планувальних властивостей і ушкоджень фасадів на вартість та трудомісткість робіт з відновлення їх зовнішньої теплоізоляції і опорядження // Будівництво та техногенна безпека. 2012. № 42. С. 90–97.
3. Василик П. Г., Голубев И. В. Штукатурка для ликвидации трещин в фасадах зданий // Сухие строительные смеси. 2014. № 5. С. 28–31.
4. Алехин С. В. Внимание: трещины на фасаде // Стройпрофиль. 2004. № 5 (35). С. 40–41.
5. Molodid O. Technological factors affecting in performance indicators plaster // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2012. № 1 (12). С. 66–69.
6. Медяник Ю. В. О влиянии технологических факторов на долговечность фасадной штукатурки // сб. науч. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф. «Наука и образование в жизни современного общества». Ч. 9. Тамбов : ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. С. 75–77.
7. Тишкин Д. Д., Барболин К. И. К вопросу о повышении долговечности штукатурных фасадов зданий // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 135–139.
8. Медяник Ю. В. Свойства штукатурных растворов с добавкой-наполнителем из шламовых отходов теплостанций // Известия КГАСУ. 2016. № 4 (38). С. 365–369.
9. Уманець І. М. Технологія влаштування санувальної перлітової штукатурки // Автореферат канд. дисс. на соіск. ступеня канд. техн. наук. Київ, 2012. 20 с.
10. Франке Р. Легкие штукатурки компании QUICK-MIX: системный подход, определение, свойства // Сухие строительные смеси. 2012. № 2. С. 10–13.
11. Никитин А. Фасады: особенности зимних технологий // Стройпрофиль. 2013. № 2 (105). С. 18–20.

12. Hewlett P. *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*. Oxford, United Kingdom, 2004. 1066 p.
13. Matschei T., Glasser F. P. Temperature dependence, 0 to 40<sup>0</sup>C, of the mineralogy of Portland cement paste in the presence of calcium carbonate // *Cement and Concrete Research*. 2010. Vol. 40. Iss. 5. P. 763–777.
14. Пашкевич С. А., Пустовгар А. П., Адамцевич А. О. Оценка рисков устройства фасадных теплоизоляционных композиционных систем при суточных колебаниях температуры воздуха ниже +5<sup>0</sup>C // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. № 8 (34). С. 15–21.
15. Медяник Ю. В. Исследование характера новообразований цементного камня при твердении в присутствии карбонатсодержащего наполнителя // *Известия КГАСУ*. 2013. № 4 (26). С. 233–239.

**Medyanik Yulia Vladislavovna**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [julia-707@mail.ru](mailto:julia-707@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **Classification and analysis of defects and damages of plaster coatings of building facades**

#### **Abstract**

*Problem statement.* The purpose of the study is to study the causes of the formation of defects and damage to plaster coatings of building facades made using traditional monolithic technology, their classification and analysis.

*Results.* Examination of the facades of brick buildings was carried out and the most characteristic defects and damages of the plaster coatings appearing during the construction and operation of the objects were revealed: the formation of cracks and voids, the detachment of the plaster from the base, the loss of decorative qualities. A classification of the factors influencing the appearance of these defects and damages is proposed, and their analysis is performed. The main directions of solving the quality and longevity problem of plaster coatings are formulated.

*Conclusions.* The significance of the results obtained for the construction industry is to clarify and develop the classification features of defects and damage to facade plaster coatings, which is necessary to determine the causes of their occurrence and to choose the appropriate repair technology.

**Keywords:** facades of buildings, plaster coatings, defects, damages, plastering, repair.

#### **References**

1. Bayanova D. R., Pavlov V. V. Damage of the walls of buildings of old construction: in dig. «New in architecture, design of building structures and reconstruction». Materials of the III International (IX All-Russian) Conference. 2016. P. 240–243.
2. Shalenniy V. T., Skokova A. O. Results of correlation-regression analysis of the influence of architectural and planning parameters and damages of facades on the cost and laboriousness of work to restore their external thermal insulation and finishing // *Construction and technogenic safety*. 2012. № 42. P. 90–97.
3. Vasilik P. G., Golubev I. V. Plaster for the elimination of cracks in the facades of buildings // *Sukhie stroitelnie smesi*. 2014. № 5. P. 28–31.
4. Alekhine S. V. Note: cracks in the facade // *Stroyprofil*. 2004. № 5 (35). P. 40–41.
5. Molodid O. Technological factors affecting in performance indicators plaster // *Modern technologies, materials and constructions in construction*. 2012. № 1 (12). P. 66–69.
6. Medyanik Y. V. The influence of technological factors on the durability of facade plaster // *Coll. of scient. works on the mater. intern. scientific and practical. conf. «Science and*

- education in modern society». P. 9. Tambov : TROO «Business-Science-Society», 2012. P. 75–77.
7. Tishkin D. D., Barbolin K. I. On the issue of increasing the durability of plaster facades of buildings // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2017. № 6 (65). P. 135–139.
  8. Medyanik Y. V. Properties of plaster solutions with sludge waste additives from thermal power plants // Izvestiya KGASU. 2016. № 4 (38). P. 365–369.
  9. Umanets I. M. Technology of sanifying perlite plaster // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Techn. Sci. Kiev, 2012. 20 p.
  10. Franke R. QUICK-MIX lightweight plasters: system approach, definition, properties // Sukhie stroitelnie smesi. 2012. № 2. P. 10–13.
  11. Nikitin A. Facades: features technologies winter // Stroyprofil. 2013. № 2 (105). P. 18–20.
  12. Hewlett P. Lea's Chemistry of Cement and Concrete. Oxford, United Kingdom, 2004. 1066 p.
  13. Matschei T., Glasser F. P. Temperature dependence, 0 to 40<sup>0</sup>C, of the mineralogy of Portland cement paste in the presence of calcium carbonate // Cement and Concrete Research. 2010. Vol. 40. Iss. 5. P. 763–777.
  14. Pashkevich S. A., Pustovgar A. P., Adamtsevich A. O. Risk evaluation of composite heat insulation facade systems installation in the conditions of diurnal temperature variations under +5<sup>0</sup>C // Inzhenerno-stroitelnyi Zhurnal. 2012. № 8 (34). P. 15–21.
  15. Medyanik Y. V. The study of character of cement stone neoplasms during the hardening in the presence of carbonate filler // Izvestiya KGASU. 2013. № 4 (26). P. 233–239.