

УДК 667.63

*А.Д. ЛОМАКИН, канд. техн. наук, зав. сектором лаборатории деревянных конструкций
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Москва)*

Натурные климатические испытания защитных покрытий на древесине

Описаны основные факторы, влияющие на срок службы лакокрасочных покрытий и причины их старения. Приведена методика оценки атмосферостойкости лакокрасочных покрытий на деревянных образцах и фрагментах конструкций в условиях полигона. Конкретизированы требования к размерам и форме образцов из древесины исходя из особенностей ее строения. Предложен метод периодической оценки влагозащитных свойств покрытий на экспонируемых образцах без их разрушения.

Ключевые слова: лакокрасочное покрытие, декоративные и защитные свойства покрытия, водопроницаемость, атмосферостойкость, экспонирование.

Основной причиной старения лакокрасочных покрытий являются химические и физические процессы, происходящие под влиянием света, тепла, влаги, кислорода и других факторов. Пигментированные покрытия, как правило, более устойчивы к старению вследствие экранирующего действия пигментов. К основным климатическим факторам, которые приводят к разрушению покрытий, относятся: солнечная радиация, температура, влажность, осадки, туман, пыль и ветер. Срок службы одного и того же покрытия в зависимости от климатических условий и загрязнения атмосферы может колебаться в значительных пределах.

В комплексе климатических составляющих, определяющих разрушение покрытия, наибольшую роль играет световая энергия. Наибольшей фотохимической и биологической активностью обладает УФ-область солнечного излучения с длиной волны 400 нм и ниже. УФ-излучение в большей или меньшей степени разрушает связующие вещества в лакокрасочном покрытии: чем короче длина вол-

ны, тем разрушительнее ее эффект. Имеет значение и суммарное количество излучения. Эффекты воздействия УФ-излучения на связующие материалы проявляются в потере массы, снижении внешнего блеска, пожелтении и повышении хрупкости покрытия. Химическая структура связующего вещества определяет образ действия излучения. Известно, например, что акрилаты расщепляются при длине волны 298–325 нм, в то время как слабым местом алкидов и масел является волна длиной 310–350 нм. Это объясняет, почему алкидные и масляные краски быстро теряют свой блеск, а поверхность выцветает. Акриловые краски хорошо сохраняют свои свойства.

При эксплуатации ДК на открытом воздухе лакокрасочные покрытия, которыми они защищены от атмосферных воздействий, подвергаются в течение года действию положительной и отрицательной температуры. Интервалы температуры в различных климатических условиях составляют -71 – +50°C. В средней полосе России температурный ин-

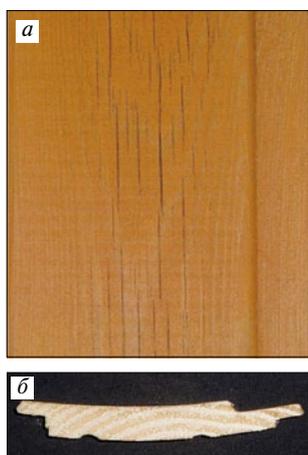


Рис. 1. Поверхность образца вагонки, обработанной лессирующим органорастворимым антисептиком, после трех лет экспонирования на стенде (а) и коробление образца (б)



Рис. 2. Натурные климатические испытания лакокрасочных Пк в Финляндии [ГОСТ 27325–87]: а – общий вид испытательного полигона; б – образцы с Пк, установленные на стенде





Рис. 3. Испытание атмосферостойкости лакокрасочных Пк на заводе Belinka (Словения): а – стенды с образцами, установленные на крыше; б – домик-модель, обработанный различными покрытиями; в – деревянный забор

тервал может составлять $-45^{\circ}\text{C} - +40^{\circ}\text{C}$. Колебания температуры на образцах покрытий в природных условиях в зависимости от облачности за 1 ч могут достигать до 20°C . Температура окрашенной поверхности существенно зависит от цвета покрытия. При 20°C окружающего воздуха температура на поверхности белого покрытия 43°C , зеленого – 49°C , коричневого – 56°C , черного – 65°C . В результате нагревания происходит деструкция пленкообразователя и изменение цвета пигментов. Повышение температуры ускоряет фотохимические реакции в пленкообразователе, которые вызываются световым облучением. Понижение температуры приводит к переходу пленкообразователя в стеклообразное, а затем в хрупкое состояние. Резкие колебания температуры, а иногда и просто ее снижение могут приводить к микро- и макроустраиванию покрытия под влиянием внутренних напряжений.

Один из главных факторов, влияющих на срок службы покрытия, – влага, которая вызывает размягчение и набухание пленок, вымывание из них водорастворимых примесей и гидролиз пленкообразователей. Сквозь покрытие влага проникает к подложке – древесине, которая, обладая гигроскопичностью, поглощает ее, изменяя при этом размеры в радиальном и тангенциальном направлениях. Такое изменение продолжается до достижения древесиной предела гигроскопичности.

Обратный процесс происходит при высыхании подложки: в зависимости от влагозащитных свойств покрытия древесина с большей или меньшей скоростью отдает влагу, уменьшая размеры в радиальном и тангенциальном направлениях до тех пор, пока влажность не достигнет равновесного значения.

На скорость высыхания древесной подложки определенное влияние оказывает цвет покрытия. Чем темнее цвет покрытия, тем больше оно нагревается при действии солнечных лучей и тем быстрее влага испаряется из подложки. Быстрые изменения влажности также могут стать причиной растрескивания древесины. Светлые расцветки покрытия более холодные, и влага покидает их медленнее. Это, в свою очередь, может послужить благоприятной ситуацией для роста на покрытии плесневых и окрашивающих грибов.

Циклические изменения размеров подложки отрицательно сказываются на долговечности покрытия, приводя со временем к его растрескиванию и отслаиванию. Чем менее водо- и паропроницаемо покрытие, тем меньше подвержена влажностным деформациям подложка, а следовательно, тем выше ее долговечность.

Например, лессирующие антисептики, не образующие после высыхания сплошной пленки, относятся к влагопроницаемым составам, поэтому в атмосферных условиях доволь-

но быстро подвергаются поверхностному изнашиванию и не могут противостоять растрескиванию древесины (рис. 1). Особенно быстро подвергается изменению поверхность древесины, обработанной бесцветными прозрачными составами, поскольку УФ-лучи легко проникают через покрытие и вызывают изменения непосредственно на ее поверхности.

При применении масляных, алкидных красок и красок на водной основе трещинообразование, шелушение и другие подобного рода повреждения происходят после более длительного периода эксплуатации. Опыт финских специалистов показывает, что для поверхностей, обработанных лессирующими антисептиками, первое перекрашивание следует производить спустя 3–6 лет, а для окрашенных красками составами после 8–12 лет.

Значительно ускоряет изменение декоративных свойств покрытия, особенно блеска, чередование дождей с засухой. Действие влаги в виде росы вызывает более сильное разрушение покрытия, чем дождь, так как конденсация влаги может происходить в его порах [1]. Негативное влияние на эксплуатационные свойства покрытия оказывают также загрязнения и пыль, вызывающие потерю блеска, механическое вымелывание пигментов и эрозию покрытия. На пылеудерживающую способность покрытий влияет степень их старения, поскольку в процессе старения увеличивается шероховатость поверхности, что способствует удержанию частиц пыли и повышению грязеудержания [1].

Самым важным критерием отбора лакокрасочных покрытий для наружных деревянных поверхностей является атмосферостойкость. Стандартизированные методы ускоренных климатических испытаний не воспроизводят весь комплекс естественных климатических воздействий, которые в сочетании с основными (стандартизированными) факторами могут существенно ускорять процессы старения покрытий (сочетание ветра с пылью или ледяной крупой приводит к абразивному износу, выветриванию и т. п.). Кроме того, они являются единичными для различных типов пленкообразователей и не учитывают механизма их разрушения, поэтому могут быть использованы только для сравнительных испытаний [2].

Условия на испытательном полигоне позволяют ускорить старение покрытия в 1,5–4 раза по сравнению с покрытиями на реальных конструкциях. Плохой образец может быть отсеян уже в течение первого года испытаний.

Испытания в природных условиях по ISO 2810 [3] проводят при расположении образцов под углом 45° к экватору, при этом обратную сторону образца окрашивают по той же технологии (рис. 2, 3).

В России испытания проводят по ГОСТ 6992–68*. Метод заключается в выдерживании образцов с лакокрасочными



Рис. 4. Состояние образцов с покрытием бесцветным алкидным лаком (два слоя) после двух лет экспонирования на открытом воздухе: 1 – на стенде под углом 45°; 2 – на стене; 3 – контрольный

покрытиями в атмосферных условиях с последующей количественной оценкой стойкости их к изменению декоративных и защитных свойств.

Испытания проводят на атмосферных площадках, располагая их на земле или на крыше здания. Образцы устанавливают на специальных стендах под углом 45° к горизонту, лицевой стороной на юг. Именно это положение позволяет ускорить изменение поверхности на испытываемых образцах под воздействием погодных условий. Образцы размещают на стендах рядами на расстоянии примерно 20 мм друг от друга.

Такие испытания достаточно жесткие и позволяют получить необходимые результаты в относительно короткие сроки. В то же время в реальных условиях покрытия редко эксплуатируются под углом 45° к горизонту. Чаще всего это вертикальные поверхности (стены, фронтоны зданий

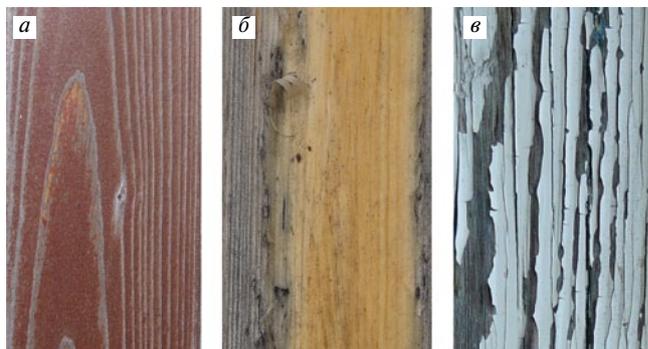


Рис. 5. Характер разрушения защитных покрытий на древесине: а – лессирующий антисептик; б – уретано-алкидный лак; в – алкидная эмаль

и др.). Поэтому наряду со стандартными, предусмотренными ГОСТ 6992–68*, испытания образцов могут проводиться на вертикальных поверхностях. Эти испытания более длительные, но они в большей степени приближены к реальным условиям эксплуатации конструкций. Поскольку старение покрытий на вертикальных плоскостях происходит медленнее, процесс изменения их физико-механических свойств можно изучить более детально. Такие испытания можно рассматривать как дополнительные к основным (рис. 4).

Несмотря на то что ГОСТ 6992–68* распространяется на лакокрасочные покрытия, нанесенные на металлическую поверхность (испытания проводят на стальных пластинах размером 150×350 мм, толщиной 0,8–0,9 мм), основные положения методики испытаний и критерии оценки покрытий в процессе экспонирования применимы и для подложек из других материалов, в том числе из древесины.



Рис. 6. Испытание атмосферостойкости защитных покрытий образцов, установленных на стендах под углом 45° к горизонту (а, в) и вертикально на стене (б, з) на полигоне ЦНИИСК

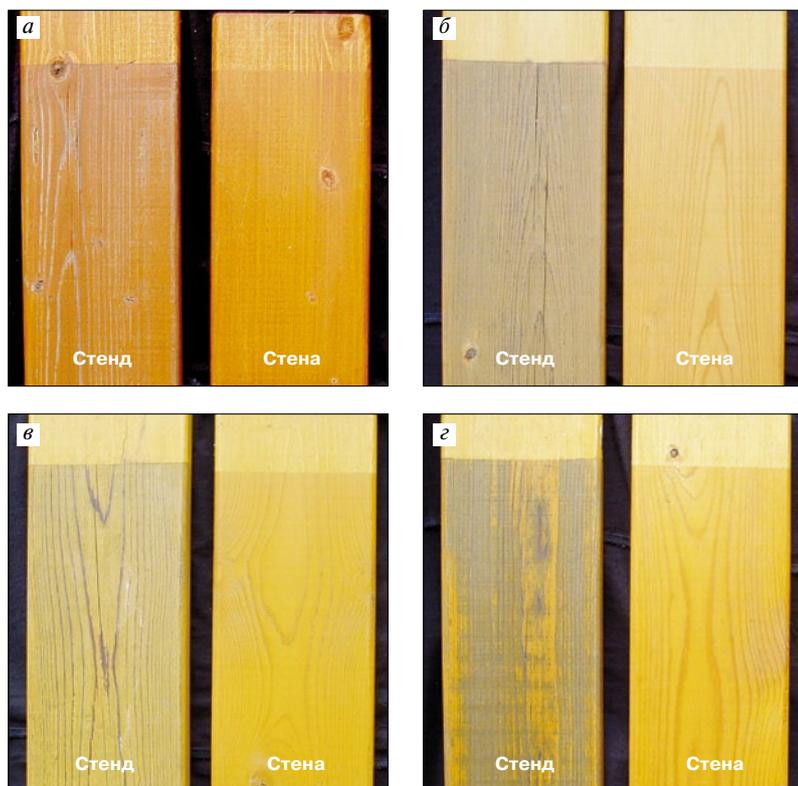


Рис. 7. Состояние защитных покрытий после экспонирования в течение двух лет на стенде под углом 45° (образцы слева) и на стене в вертикальном положении (образцы справа): а – Duo Pinostar 980 № 8042 – 3 слоя – 104 г/м^2 ; б – Valti akvacolor «сосна» – 2 слоя – 76 г/м^2 ; в – Pinotex classic «калужница» – 2 слоя – 82 г/м^2 ; г – Dufa lasur «сосна» – 3 слоя – 90 г/м^2

В лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСК были внесены некоторые коррективы в эту методику, связанные с конкретизацией требований к размерам и форме образцов из древесины, а также с оценкой влагозащитных свойств покрытий в процессе экспонирования.

При испытаниях покрытий на древесной подложке для изготовления образцов рекомендуется использовать ту породу древесины, которая предполагается к применению, так как стойкость покрытий во многом зависит от структуры подложки (хвойные породы или лиственные, с высокой или низкой плотностью и т. д.). Фирма Tikurila для полигонных испытаний использует обычно образцы из древесины сосны, реже из ели [4].

Одним из критериев оценки стойкости покрытий к атмосферным воздействиям является коробление подложки. Если покрытие обладает низким сопротивлением водо- и паропроонианию, то образцы из древесины в отличие от металлических пластин при увлажнении и высыхании будут подвержены влажностным деформациям – разбуханию, усушке и короблению, особенно если они имеют тангенциальную распиловку. Чем ниже влагозащитные свойства покрытия, тем больше коробление образца.

Образцы радиальной распиловки при значительном градиенте влажности по толщине также могут иметь некоторое коробление, но столь незначительное, что использовать его в качестве критерия оценки защитных свойств покрытий не представляется возможным.

На образцах хвойных пород, в частности на сосновых, разрушение покрытий происходит в первую очередь по поздней древесине (рис. 5). Чем больший процент поздней

древесины на поверхности образца, тем больше шансов у покрытия выйти из строя, тем более, когда оно обладает высокой водо- и паропроониаемостью.

Чтобы получить максимальное коробление образца, ширина его должна быть не менее 120–140 мм, а толщина 20–22 мм. Чем больше толщина образца, тем меньше его коробление. На широких и тонких образцах коробление более заметно. Благодаря тому, что на поверхность выходят годовичные слои под разным углом, можно в процессе испытаний проследить влияние распиловки, от радиальной по краям образца до тангенциальной в середине, на стойкость покрытия.

При выборе размера образца, в частности его ширины и длины, необходимо учитывать возможность периодически оценивать адгезию покрытия к подложке методом нормального отрыва по ГОСТ 27325–87, а также изменение его влагозащитных свойств. Проведение таких испытаний предполагает периодическое отпиливание определенного участка от экспонируемого образца для дальнейших исследований в лаборатории. После опиловки открытый торец влагоизолируют и образец снова устанавливают на стенде.

Оценку адгезии и влагозащитных свойств покрытия можно проводить также и без нарушения целостности образца, что предполагает определение адгезии покрытия методом решетчатых надрезов по ГОСТ 15140–78, а

влагозащитных свойств – по методике, описанной ниже.

Торцы экспонируемых образцов должны быть надежно влагоизолированы. Для этих целей можно использовать эпоксидную шпатлевку ЭП-0010, акриловые или силиконовые герметики. Шпатлевка, несмотря на высокие влагоизолирующие свойства, склонна к образованию трещин при значительных влажностных деформациях образцов. Поэтому если в процессе экспонирования предполагается заметное разбухание и коробление образцов, что наблюдается при испытании покрытий с низкими влагозащитными свойствами, предпочтение следует отдавать герметикам, обладающим высокой эластичностью и хорошей адгезией к древесине. На кромки образцов влагоизоляцию не на-

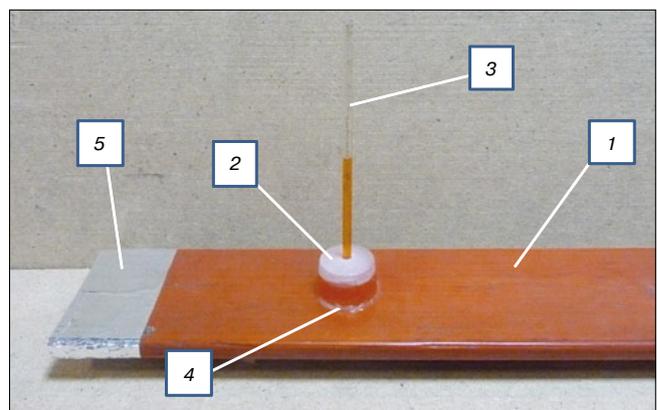


Рис. 8. Определение водопроницаемости защитных покрытий на экспонируемых образцах: 1 – образец; 2 – резервуар с водой; 3 – мерная трубка; 4 – силиконовый герметик; 5 – алюминиевая фольга



Рис. 9. Испытание атмосферостойкости защитных покрытий на фрагментах КДК (полигон ЦНИИСК)

носят. Для того чтобы максимально снизить вероятность преждевременного разрушения покрытия из-за концентрации внутренних напряжений, возникающих на пересечении двух плоскостей, кромки образцов перед нанесением лакокрасочного материала рекомендуется закруглять. Защиту обратной стороны образцов можно производить по одному из двух вариантов. По первому варианту обратную сторону теплоизолируют точно так же, как и торцы образца. Второй вариант предусматривает такую же защиту обратной стороны образца, как и лицевой. Это позволяет оценить поведение покрытия не только на лицевой стороне, которая подвергается всем видам атмосферных воздействий, но и на обратной, которую условно можно рассматривать как поверхность, находящуюся под навесом.

Тот или иной вариант выбирают в зависимости от поставленной задачи. На рис. 6 показаны полигонные испытания защитных покрытий на образцах, установленных на стенде под углом 45° к горизонту и вертикально на стенде.

Методика испытаний покрытий на полигоне предполагает изготовление контрольных образцов, которые осматривают при периодической оценке состояния покрытий в процессе экспонирования. Контрольные образцы хранят в отапливаемом помещении без доступа света. Осмотр образцов производят обычно два раза в год – весной и осенью. Перед осмотром поверхность промывают водой до полного удаления загрязнений и сушат на воздухе.

По методике, разработанной в ЦНИИСК, состояние покрытий в процессе экспонирования рекомендуется оценивать на тех же образцах, которые подлежат экспонированию, для чего верхняя часть каждого из них экранируется алюминиевой фольгой. Фольга позволяет защитить покрытие от УФ-лучей и осадков. При очередной оценке состояния покрытия фольгу снимают и защищенный участок считают контрольным. На нем оценивают изменение блеска и цвета покрытия. Это не исключает использование контрольных образцов, хранящихся в лаборатории.

Оценка декоративных и защитных свойств покрытий может производиться по ГОСТ 9.407–84. К разрушениям, характеризующим изменение декоративных свойств покрытия, относят изменение блеска и цвета, грязеудержание и меление. Защитные свойства покрытий оценивают по наличию таких видов разрушения, как растрескивание, выветривание, отслаивание, образование пузырей и др. После оценки декоративных и защитных свойств покрытий по ГОСТ 9.407–84 измеряют стрелки коробления образцов и оценивают степень изменения их влагозащитных свойств.

На рис. 7 показаны образцы с различными покрытиями после двух лет экспонирования на стенде и на стене.

Следует отметить, что оценка защитных свойств покрытий на деревянных образцах по действующему ГОСТ 6992–68* не всегда дает полное представление об их реальном состоянии. Зачастую бывает так, что по всем

показателям покрытие оценивают как А31, а его влагозащитные свойства значительно снижены.

Для оценки изменения водопроницаемости покрытий в процессе экспонирования можно использовать метод взвешивания, который основан на периодическом измерении массы находящегося в воде образца с покрытием. Этот метод предполагает отбор от экспонируемого образца фрагмента для проведения испытаний. Это представляет определенные неудобства, связанные не только с необходимостью разрушения образца, но и с ограничением количества отбираемых фрагментов при его плановом съеме и осмотре. Кроме того, при каждом очередном проведении таких испытаний оценку водопроницаемости производят на разных участках покрытия, что вносит в результаты испытаний некоторую погрешность. Для получения объективной картины оценки состояния желательнее проводить на одном и том же участке покрытия.

Поэтому в ЦНИИСК предложено оценивать изменение влагозащитных свойств покрытий непосредственно на экспонируемых образцах без их разрушения, используя метод, основанный на определении с помощью мерной трубки количества воды, прошедшей через покрытие (рис. 8).

Резервуар, устанавливаемый на горизонтальную поверхность образца, можно заполнять водой полностью или частично. При этом мерную трубку размещают в центре резервуара. Этот метод отличается простотой и позволяет снимать показания в любой момент времени.

Помимо испытаний атмосферостойкости покрытий на образцах, устанавливаемых на стенде, не менее полезны полигонные испытания фрагментов конструкций, в которых элементы могут иметь самое различное положение. На та-

ких фрагментах можно получить полную картину поведения покрытий при различной ориентации по отношению к горизонту. Испытания покрытий на фрагментах конструкций в нашей стране не стандартизированы, но опыт их проведения показывает, что они весьма полезны и имеют практическое значение.

В ЦНИИСК такие испытания проводят с 1995 г. В качестве образцов используют клееные деревянные балки, стеновой брус, клееный стеновой брус, стойки, балки из ЛВЛ и др. В ряде случаев при испытаниях на фрагментах в виде балок небольшие участки покрытия закрывали светонепроницаемым материалом, чтобы использовать их как контрольные при оценке изменения цвета и блеска покрытия в процессе экспонирования (рис. 9). При оценке состояния испытываемых покрытий определяют те же показатели, что и для покрытий, нанесенных на стандартные образцы.

Список литературы

1. *Елисаветская И.В., Ильдарханова Р.И.* Ускоренные климатические испытания и определение сроков службы лакокрасочных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2004. № 12. С. 4–12.
2. *Преснова О.В.* Роль климатических испытаний лакокрасочных покрытий в экономике предприятий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2001. № 10. С. 35–37.
3. ISO 2810:2004. Краски и лаки. Испытание покрытий в атмосферных условиях. Экспонирование и оценка.
4. Полигон? Для чего он нужен? // Вестник Tikkurila. 2008. С. 44–47.

NEW



Вышла книга

Защита деревянных конструкций

Автор – А.Д. Ломакин, канд. техн. наук,
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

В книге приведены результаты исследований, проведенных автором и разработанные им рекомендации по конструкционной и химической защите деревянных конструкций. Большое внимание уделено защите несущих ДКК и конструкций из ЛВЛ от эксплуатационных воздействий и возгорания.

Приведены известные и разработанные автором методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натуральных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Описаны результаты мониторинга влажностного состояния несущих КДК в таких крупных объектах, как ЦВЗ «Манеж», кры-

тый конькобежный центр в Крылатском в Москве и др., при проведении которого использована разработанная автором методика оценки влажности древесины с использованием модельных образцов.

Книга рассчитана на специалистов и научных работников, работающих в области защиты деревянных конструкций, технологов предприятий по производству КДК и заводов деревянного домостроения, сотрудников проектных организаций и преподавателей вузов. Она может быть полезна также и для организаций, занимающихся строительством зданий и сооружений с применением деревянных конструкций.

Формат книги 165×235 мм, 428 стр.

Ориентировочная цена 700 р.; цена по предварительной заявке 550 р.

Заявки для приобретения направлять

по тел./факсу: (499) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: mail@rifsm.ru