

В.И. Сидоров Т.П. Никифорова Ю.В. Устинова

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Библиотека научных разработок и проектов МГСУ

**В.И. Сидоров, Т.П. Никифорова, Ю.В. Устинова**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ  
НЕДВИЖИМОСТИ**



МГСУ  
Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2010

УДК 54

**Р е ц е н з е н т ы :**

*Н.Н. Павлов*, д.т.н., проф., заведующий кафедрой общей и неорганической химии  
ГОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина»;

*В.С. Шевцов*, проф., заведующий кафедрой «Экспертиза и управление недвижимостью» Сочинского государственного университета туризма и курортного дела

**Сидоров В.И., Никифорова Т.П., Устинова Ю.В.**

Физико-химические основы оценки состояния объектов недвижимости: Монография. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 144 с.

**ISBN 978-5-93093-796-1**

Монография имеет целью рассмотрение вопросов оценки состояния недвижимости с позиций комплексных требований к созданию комфортной среды обитания и жизнедеятельности.

Представлены современные подходы в оценке агрессивности окружающей среды и механизма ее воздействия на материалы объектов недвижимости, физико-химические методы исследования коррозионной стойкости материалов, влияние различных экологических факторов в оценке объектов недвижимости.

Монография предназначена для научно-технических работников и аспирантов, работающих в области экспертизы и управления недвижимостью, а также для студентов строительных специальностей.

Рекомендовано Научно-техническим советом МГСУ

© В.И. Сидоров, Т.П. Никифорова,  
Ю.В. Устинова, 2010

© МГСУ, 2010

© Оформление Издательство АСВ, 2010

**ISBN 978-5-93093-796-1**

## ВВЕДЕНИЕ

Данная монография имеет целью рассмотрение вопросов оценки состояния объектов недвижимости с позиций комплексных требований к созданию комфортной среды обитания и жизнедеятельности. В связи с этим, при экспертизе объектов недвижимости (**ОН**) преобладают два основных направления: натурные обследования строительных конструкций зданий и сооружений для создания проекта их реконструкции и обследование состояния зданий с целью определения их цены.

Итогом натурального технического обследования зданий и сооружений является техническое заключение с оценкой остаточного ресурса конструкций и соответствия их техническим нормативам. В выводах о возможности использования обследованных конструкций в подлежащем реконструкции или капитальному ремонту здании приводятся необходимые сведения и перечень мероприятий на стадии технических решений.

По второму направлению основной частью системной экспертизы является оценка объектов недвижимости в зависимости от их технического состояния. Дефекты и повреждения конструкций устанавливаются визуально или с помощью инструментальных измерений и расчетов, а также с помощью физико-химических методов исследования состава и стойкости материалов, используемых в строительстве. К физико-химическим методам исследования следует отнести фото-электроколориметрию, ИК-спектроскопию, рентгено-структурный анализ и другие методы исследований. На основе полученных данных определяется степень повреждения конструкций **ОН**, а затем по таблицам ВСН-53-86 «Правил оценки физического износа жилых зданий» бывшего Госгражданстроя при Госстрое СССР устанавливается степень физического износа конструкций.

В грамотном управлении недвижимостью и ее жизненным циклом важнейшую роль играет концепция системного анализа и управления недвижимостью – сервейинг [1]. Экспертиза **ОН** не завершается техническим обследованием и оценкой на его основе стоимости объекта. Рыночные условия предполагают при назначении цены объекта учета множества других факторов, которые также требуют оценки. К ним следует отнести уровень благоустройства, степень комфортности помещений и среды обитания, место размещения объекта, организацию транспортного и пешеходного движения, экологические и социальные аспекты. В связи с этим следует увязывать в единое целое состояние внутрижилищной и наружной селитебной среды и рассматривать качество жилища в совокупности – здание + материалы, из которого оно воздвигается + квартал, микрорайон + район, так как жилищная среда – это конгломерат химических, физических и биологических факторов внутреннего и внешнего происхождения [1, 2].

# 1. МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Любая конструкция воспринимает те или иные нагрузки и подвергается действию окружающей среды. Нагрузки вызывают деформации и внутренние напряжения в материале, поэтому проектирование зданий и сооружений требует точных характеристик прочностных и деформационных свойств применяемых материалов – их механических свойств [3]. Кроме прочности строительные материалы должны обладать стойкостью, т.е. способностью сопротивляться физическим и химическим воздействиям среды: воздуху и содержащимся в нем парам и газам, колебаниям температуры и влажности, совместному действию воды и мороза при многократном замораживании и оттаивании.

Исходя из условий работы материала в здании или сооружении, строительные материалы делят по назначению на две группы [2].

*Первую группу* составляют материалы универсального типа, пригодные для несущих конструкций: природные каменные материалы, искусственные каменные материалы, получаемые на основе вяжущих веществ без обжига – бетоны, строительные растворы, а также с использованием термического воздействия – кирпич, керамика, стекло, ситаллы; сюда же необходимо отнести металлы, конструкционные пластмассы, лесные материалы и др.

*Вторая группа* объединяет строительные материалы специального назначения, необходимые для защиты конструкций от вредных влияний среды, а также для повышения эксплуатационных свойств зданий и создания комфорта: теплоизоляционные материалы, акустические, гидроизоляционные, кровельные и герметизирующие, отделочные, антикоррозионные и др. Знание внутреннего строения веществ, входящих в состав строительного материала, определяет их физические свойства – механическую прочность, твердость и другие важные свойства. Так, например, вещества строительных материалов с ковалентными химическими связями, как правило, обладают очень высокой механической прочностью и твердостью; вещества с ионными связями отличает хрупкость и стойкость к термическим воздействиям.

Строительный материал характеризуется также химическим, минералогическим и фазовым составом.

Химический состав строительных материалов позволяет судить о ряде свойств материала: о стойкости его в окружающей среде – коррозионной стойкости, водостойкости, огнестойкости; механических и других технических характеристиках.

Минералогический состав показывает, какие минералы и в каком количестве содержатся в вяжущем веществе или каменном материале. Например, в портландцементе содержание трехкальциевого силиката ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) составляет 45–60%, причем при большем его количестве ускоряется гидратационное твердение, повышается прочность цементного камня.

Фазовый состав материала и фазовые переходы воды, находящейся в его порах, оказывают влияние на все свойства и поведение материала при эксплуатации.

## 2. ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ВОЗДУШНОЙ И ВОДНОЙ СРЕД

Одним из важнейших видов воздействия человека на окружающую среду является загрязнение. **Загрязнение** – это привнесение в окружающую среду новых, нехарактерных для нее физических, химических или биологических агентов (компонентов), приводящее к отрицательным последствиям [4]. Непосредственным объектом загрязнения являются атмосфера, гидросфера, литосфера. Но жертвой загрязнения является и организм растений, животных; сам человек, а также строительные материалы, из которых возведены здания и сооружения. Загрязнения окружающей среды делят на *природные*, вызванные какими-либо естественными причинами, и *антропогенные*, возникшие в результате деятельности человека. К природным относят извержения вулканов, пыльные бури, пожары, мелкий песок пустынь и пыль, возникающую при эрозии почвы. Природные источники загрязнений носят, как правило, стихийный характер и мало влияют на общий уровень загрязнений.

Среди антропогенных выделяют биологические, механические, химические, физические загрязнения [5, 6].

Загрязнение окружающей среды современными промышленными предприятиями, как правило, носит комплексный характер, поскольку в технологиях существующих производств присутствуют физико-химические, физико-механические и химико-биологические процессы. Выявление и определение их качественных и количественных характеристик позволяет определить степень агрессивности окружающей среды.

*Атмосфера* – газообразная (газовая) оболочка Земли, которая состоит из смеси газов, водяных паров и мелких частиц твердых веществ. Основа атмосферы, воздух, представляет собой смесь газов, в первую очередь азота, кислорода, аргона и углекислого газа (табл. 2.1).

Таблица 2.1

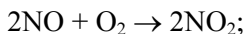
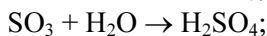
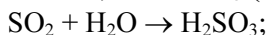
Состав сухого воздуха в приземном слое

Компонент	Содержание, % (по объему)
Азот N <sub>2</sub>	78,11
Кислород O <sub>2</sub>	20,95
Аргон Ar	0,934
Диоксид углерода CO <sub>2</sub>	0,034
Неон Ne	18,18·10 <sup>-4</sup>
Гелий He	5,24·10 <sup>-4</sup>
Криптон Kr	1,14·10 <sup>-4</sup>
Метан CH <sub>4</sub>	1,6·10 <sup>-4</sup>
Водород H <sub>2</sub>	0,5·10 <sup>-4</sup>
Оксид азота NO	0,3·10 <sup>-4</sup>
Ксенон Xe	0,087·10 <sup>-4</sup>

Загрязнение атмосферного воздуха наносит огромный ущерб биосфере, оказывает сильное влияние на комфортность среды обитания, здоровье людей, состояние строительных материалов и т.д. [5, 6]. Наличие в воздухе различных загрязнителей ускоряет процессы коррозии металлов, постепенно разрушает здания и сооружения **ОН**, памятники истории и культуры, ухудшает качество водной среды, а также строительных материалов, используемых при воздвижении **ОН** и отделочных работах.

Наиболее опасным источником загрязнения атмосферы являются антропогенные загрязнения. Человечество в результате своей хозяйственной деятельности ежегодно выбрасывает в атмосферу более 19 млрд т загрязняющих веществ, в том числе более 15 млрд т углекислого газа, 200 млн.т. оксида углерода CO, более 500 млн т углеводородов, 120 млн т золы и др. [5]

Антропогенные выбросы в атмосферу подразделяются на *первичные* и *вторичные*. Первичные – это выбросы, поступающие в атмосферу непосредственно от различных источников. Вторичные являются продуктом взаимодействия в атмосфере первичных выбросов с различными веществами (кислородом, аммиаком, водой и др.) [6, 7]. Например, в результате процессов горения в атмосферу выбрасываются первичные загрязнители: оксид азота NO и оксид серы SO<sub>2</sub>. В результате химических реакций эти загрязнители превращаются во вторичные:



*Обычный смог* накапливается за счет сжигания угля, содержащего, кроме дыма, диоксид серы SO<sub>2</sub>. Продуктом его окисления (реакция 1) является SO<sub>3</sub> (оксид серы VI), образование которого катализируется одним из загрязнителей среды оксидом азота II. Взаимодействие SO<sub>3</sub> с влагой воздуха приводит к образованию серной кислоты H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (реакция 3).

Серная кислота является сильным агентом коррозии, поражает ржавчиной металлические изделия, приводит к выветриванию строительных камней. Строители отмечают слои сульфата, повреждающие до 10 см толщи карбонатных пород. Серная кислота превращает известняк (CaCO<sub>3</sub>) в гипс (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). Это серьезная порча, поскольку гипс растворяется дождем. Вероятно, более важным является то, что гипс занимает больший объем, чем известняк, в результате чего возникает дополнительное механическое давление и камень разрывается изнутри.

Химические реакции 4–6, приводящие к образованию вторичных загрязнителей, протекают наиболее эффективно при солнечном свете, поэтому возникающее загрязнение воздуха называется *фотохимическим смогом*.

Некоторые исследователи предполагают, что соединения азота в загрязненной атмосфере способствуют более эффективному росту микроорганизмов на поверх-

ности каменных и бетонных конструкций и увеличивают биологически опосредованное разрушение. Существует также возможность того, что в результате протекания реакций в газовой фазе образуется азотная кислота  $\text{HNO}_3$ , которая непосредственно реагирует с кальций-содержащими материалами.

В современной городской атмосфере особенно опасным может быть озон  $\text{O}_3$ . Этот реакционно-способный газ очень быстро разрушает двойные связи органических молекул. Например, под действием озона резина трескается, а пигменты и красители блекнут.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно или после химических превращений в атмосфере, а также при реакциях с другими веществами. Промышленная пыль образуется в результате механической обработки различных материалов (дробление, размол, взрывные работы и др.), тепловых процессов (сжигание, прокаливание, сушка), транспортировки сыпучих материалов и при их складировании. Увеличение запыленности атмосферного воздуха ведет к ухудшению состояния воздушной среды жилых и общественных зданий **ОН**. Кроме того, в воздухе закрытых помещений содержатся аэрозоли металлов и соединений свинца, кадмия, ртути, меди, цинка, хрома, никеля и др., большинство которых относится к 1 и 2 классу опасности [7, 8].

На рис. 2.1 представлен состав атмосферной пыли, содержащийся в воздушной среде жилого здания серии КОПЕ, исследованный методом рентгенофазового анализа (РФА). Как видно из рис. 2.1, частицы пыли представлены, как правило, соединениями:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$  и др. Эпидемиологические исследования выявили однозначную зависимость между концентрацией пыли в воздухе и хроническими заболеваниями дыхательных путей [9].

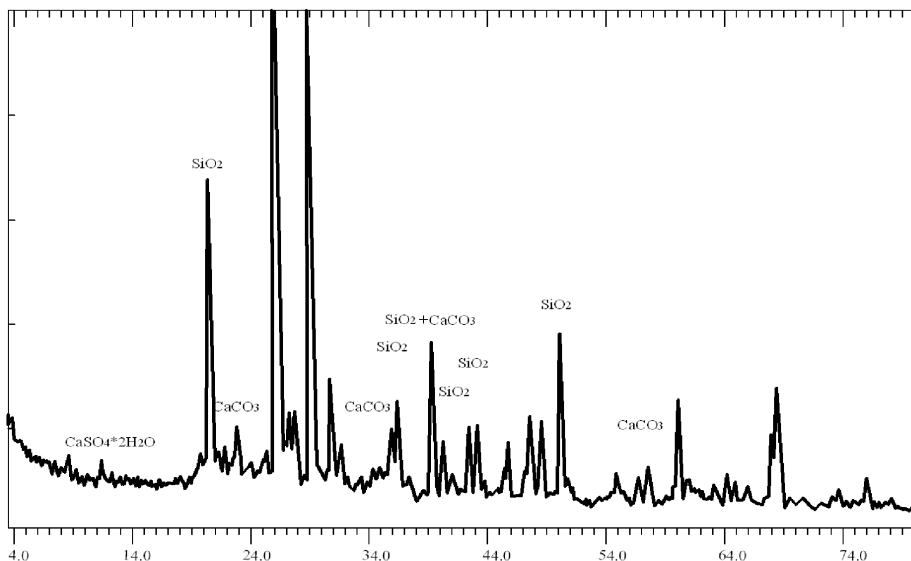
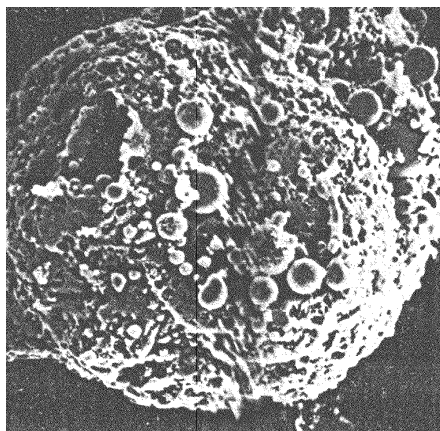


Рис. 2.1. Рентгенограмма пыли, находящейся в помещении



На рис. 2.2 представлена электронно-микроскопическая фотография летучей золы угольной электростанции.



**Рис. 2.2.** Частица золы угольной электростанции [6]

Как видно из этого снимка, сделанного с помощью сканирующего микроскопа [6], поверхность частицы золы адсорбирует множество других загрязняющих веществ. К таким загрязняющим веществам можно отнести как жидкие, так и газообразные вещества, например, бензол, стирол, альдегиды, ацетон, аммиак, сернистый газ, диоксид азота и др.

Жидкие загрязняющие вещества образуются при конденсации паров, распылении и разливе жидкостей, в результате химических реакций; газообразные загрязнители – в результате различных химических реакций (окисления, восстановления, обжига руд и нерудного минерального сырья). При сжигании топлива образуются огромные количества газообразных соединений: оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных металлов. Крупным источником газообразных выбросов является химическая промышленность: производство фосфорных удобрений, электрохимические процессы (производство алюминия), процессы выпаривания и дистилляции.

Из всей массы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от антропогенных источников, 90% составляют газообразные, 10% – твердые и жидкие вещества. В табл. 2.2 приводится доля различных техногенных выбросов в загрязнении атмосферы.

*Таблица 2.2*

Доля различных техногенных выбросов в загрязнении атмосферы

Вид деятельности	Доля в суммарном выбросе загрязняющих веществ за год, % (по массе)
Транспорт	50–60
Теплоэнергетический комплекс	10–15
Промышленные технологии и процессы горения	15–20
Сжигание отходов	5

Анализ данных мониторинга атмосферного воздуха показывает, что за последние годы качество атмосферного воздуха в целом сохранилось на неизменном уровне. За последние пять лет самым «неблагополучным» годом по уровню загрязнения атмосферного воздуха является 2010 г. – аномальный год, когда длительное время отмечались неблагоприятные метеорологические условия и в Москву, Подмоскowie и другие регионы России поступал задымленный воздух от лесных и торфяных пожаров.

Установлено, что качество воздушной среды закрытых помещений по химическому составу зависит как от источников загрязнения внутри помещения, так и от качества окружающего атмосферного воздуха. Все здания объектов недвижимости имеют постоянный воздухообмен с внешней средой и, как показали исследования [8, 9], не защищают своих обитателей от загрязненного атмосферного воздуха.

В качестве наиболее распространенных и опасных можно выделить следующие категории загрязнителей:

- пыль и взвеси, представляющие собой мельчайшие частицы и аэрозоли, находящиеся в воздухе в дисперсном состоянии;
- углеводороды и другие летучие органические соединения;
- угарный газ (CO);
- оксиды азота (NO, NO<sub>2</sub>);
- оксиды серы, в основном, диоксид серы (SO<sub>2</sub>);
- свинец и другие тяжелые металлы;
- озон и другие фотохимические окислители;
- кислоты, в основном, серная и азотная, присутствующие в виде капель жидкости, образующих кислотные дожди и туманы;
- микробиотические компоненты – грибы и бактерии патогенного механизма действия.

Следует отметить, что в последнее время в качестве загрязнителя стали рассматривать диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), так как его количество, поступающее в атмосферу, так велико, что не может быть поглощено биосферными процессами.

Уровень загрязнений в атмосфере определяется тремя факторами:

- поступлением загрязнителей в атмосферу;
- объемом пространства, в котором они рассеиваются;
- механизмами удаления загрязнителей из воздуха.

Одним из самых мощных источников загрязнения жилых и общественных зданий являются строительные и отделочные материалы, применяющиеся в современном строительстве (табл. 2.3).

Проведенная сравнительная количественная оценка химического загрязнения наружного воздуха и воздуха внутри помещений жилых и общественных зданий ОН показала, что загрязнение воздушной среды всех обследованных зданий превосходило уровень загрязнения наружного воздуха в 1,8–4 раза в зависимости от степени загрязнения последнего и мощности внутренних источников загрязнения.

Таблица 2.3

Вещества, выделяемые в воздушную среду, от строительных и отделочных материалов

<b>Вещества</b>	<b>Источник поступления</b>
Формальдегид	ДСП, ДВП, ФРП, мастики, герлен, пластификаторы, шпаклевка, смазка для бетонных форм и др.
Фенол	ДСП, ФРП, герлен, линолеумы, мастики, шпаклевка
Стирол	Теплоизоляционные материалы, отделочные материалы на основе полистирола
Бензол	Мастики, клеи, герлен, линолеумы, цемент и бетон с добавлением отходов, смазка для бетонных форм и др. материалы
Ацетон	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, смазка для бетонных форм, пластификаторы для бетона
Этилацетат	Лаки, краски, клеи, мастики и др. материалы
Бутилацетат	Лаки, краски, мастики, шпаклевки, смазка для бетонных форм
Этилбензол	Шпаклевки, мастики, линолеумы, краски, клеи, смазки для форм, пластификаторы, цемент, бетон с отходами
Ксилолы	Линолеумы, клеи, герлен, шпаклевки, мастики, лаки, краски, смазки
Толуол	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, линолеумы и др. отделочные материалы
Бутанол	Мастики, клеи, смазки, линолеумы, лаки, краски
Гексаналь	Костный клей, цемент с добавкой, смазка для бетонных форм
Пропилбензол	Клей АДМК, линолеум ЛТЗ-33, мастика ВСК, мастика 51-Г-18, шпаклевка «Стройдеталь»
Пентаналь	Клей, цемент, герлен
Хром	Цемент, бетон, шпаклевки и др. материалы с добавлением промышленных отходов
Никель	Цемент, бетон, шпаклевки и др. материалы с добавлением промышленных отходов
Кобальт	Красители и строительные материалы с добавлением промышленных отходов

Влияние исследуемых строительных материалов на качество воздушной среды жилых помещений зданий изучалось на примере жилых домов серии КОПЕ и П-44 [8]. В результате проведенных исследований установлено, что все вещества, идентифицированные в газовой выделении из строительных материалов, присутствовали в воздушной среде обследованных квартир. Причем их концентрации в воздухе жилых помещений в 5 и более раз превышали концентрацию в атмосферном воздухе, а концентрации формальдегида, фенола, стирола, этилбензола, ксилола, гексаналя, пентанала, гексанола, бутанола превышали установленные гигиенические нормативы.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	4
<b>2. ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ВОЗДУШНОЙ И ВОДНОЙ СРЕД</b> .....	5
<b>3. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ</b> .....	16
<b>4. ОЦЕНКА АГРЕССИВНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОЗДЕЙСТВИЯ ЕЕ НА МАТЕРИАЛЫ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ</b> .....	20
<b>5. МЕХАНИЗМЫ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	23
5.1. Бетонные конструкции .....	23
5.1.1. Коррозия первого вида .....	23
5.1.2. Коррозия второго вида .....	24
5.1.3. Коррозия третьего вида .....	26
5.1.4. Биокоррозия .....	27
5.2. Металлические конструкции .....	30
5.3. Деревянные конструкции .....	34
<b>6. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТАВА И СТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ</b> .....	38
6.1. Качественный химический анализ .....	38
6.2. Количественный химический анализ .....	44
6.2.1. Титриметрические методы анализа.....	44
6.2.2. Гравиметрический метод анализа .....	51
6.3. Физико-химические методы анализа .....	52
6.3.1. Спектральные и оптические методы анализа .....	53
6.3.2. Электронно-микроскопические исследования .....	62
6.3.3. Термические методы анализа .....	65
6.3.4. Хроматография.....	71
6.3.5. Электрохимические методы анализа.....	78
<b>7. ЗАЩИТА МАТЕРИАЛОВ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ ОТ КОРРОЗИИ</b> .....	84
7.1. Защита бетонных конструкций.....	84

7.1.1. Правильный выбор цемента.....	84
7.1.2. Изготовление особо плотного бетона .....	85
7.1.3. Использование защитных покрытий.....	87
7.2. Защита металлических конструкций.....	91
7.2.1. Изменение свойств коррозионной среды.....	91
7.2.2. Изоляция поверхности металла от окружающей среды.....	92
7.2.3. Электрохимическая защита.....	93
7.2.4. Применение конструкционных материалов с повышенной коррозионной стойкостью. Легирование.....	95
7.3. Защита деревянных конструкций.....	96
<b>Литература</b> .....	<b>104</b>
Приложение 1. Предельно допустимые концентрации различных загрязнителей в атмосферном воздухе ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) .....	108
Приложение 2. Некоторые вещества, обладающие процессом суммации.....	110
Приложение 3. Предельно допустимые концентрации некоторых ионов в питьевой воде.....	111
Приложение 4. Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в питьевой воде.....	111
Приложение 5. Качественные реакции на катионы и анионы .....	112
Приложение 6. Принципиальная схема флуориметра. Плазматрон (атомно-эмиссионный анализ с ИСП) .....	125
Приложение 7. Классификация электрохимических методов анализа .....	126
Приложение 8. Схемы установок для эмиссионного спектрального анализа. Спектральные линии некоторых элементов .....	137
Приложение 9. Грибные поражения древесины.....	139

Научное издание

**Вячеслав Иванович Сидоров**  
**Тамара Павловна Никифорова**  
**Юлия Валерьевна Устинова**

# **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ**

Компьютерная верстка: *Д.А. Матвеев*

Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано к печати 21.10.10. Формат 70x100/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 9 п.л. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>