

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра архитектурных конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ по курсу

«ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

для студентов специальности

1-70 02 01 – «Промышленное и гражданское строительство»,
специализации

1 – 70 02 01 03 – «Техническая эксплуатация зданий и сооружений»

Брест 2008

УДК 628.85/9

Методические указания содержат рекомендации и порядок выполнения работ по диагностике технического состояния зданий и сооружений. Содержатся необходимые материалы для выполнения практических работ, приводятся иллюстрации.

Предназначены для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», специализации 1-70 02 01 03 – «Техническая эксплуатация зданий и сооружений» 4 курса при изучении дисциплины «Диагностика технического состояния зданий и сооружений»

Составители: Таруц В. В., к.т.н., доцент
Замойская Н. В., ст.пр.

Рецензенты: начальник управления архитектуры и градостроительства Тумацкич Б.И.
начальник Барановичского филиала ОАО «Брестпроект» Колесник С.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	4
Основные положения по обследованию строительных конструкций.....	6
Оценка технического состояния здания и его конструкций.....	8
Определение физического износа зданий и сооружений.....	10
Проведение обмерных работ, фиксация дефектов здания, определение физического износа.....	12
Практическая работа №1 Выполнение обмеров внутри здания с построением плана и разреза.....	12
Практическая работа №2 Выполнение обмеров фасада здания.....	13
Практическая работа №3 Проведение общего обследования здания.....	14
Практическая работа №4 Выполнение физического износа здания.....	15
Выполнение инструментального контроля строительных конструкций.....	15
Практическая работа №5 Определение на модели звукоизоляции перегородки.....	19
Практическая работа №6 Исследование влияния щелей на звукоизоляцию перегородки.....	20
Практическая работа №7 Проведение тепловизионной съёмки ограждающих конструкций здания.....	21
Практическая работа №8 Определение термического сопротивления ограждающих конструкций здания.....	21
Литература.....	22

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Практические работы по диагностике технического состояния зданий содержат описание практических методов проведения исследований и регистрации характеристик строительных конструкций с точки зрения современных научных знаний. Такие исследования являются не только иллюстративным материалом для усвоения теоретических основ данной дисциплины, но и дают возможность самостоятельно ознакомиться с практическими методами проведения работ по определению технического состояния зданий и их отдельных конструктивных элементов.

Выполнение практических работ по курсу технического состояния зданий позволяет студенту использовать усвоенные методы в будущей практической деятельности при решении многих вопросов, связанных с проектированием, возведением и эксплуатацией зданий.

Современные методы эксплуатации зданий и сооружений невозможны без правильного учёта влияния на них временных, техногенных, климатических факторов данной местности. Как сами факторы, так и их влияние на здание и конструкции зданий следует рассматривать как одну из фундаментальных задач в подготовке инженера-строителя.

Каждое здание или сооружение представляет собой сложный и дорогостоящий объект, состоящий из многих конструктивных элементов, систем инженерного оборудования, выполняющих вполне определенные функции и обладающих установленными эксплуатационными качествами.

Строительство характеризуется не только высокими количественными показателями, но изменяется и качественно, и структурно: улучшается планировка квартир, совершенствуются строительные конструкции, системы инженерного оборудования, повышается комфортность жилья.

Проектируемые и возводимые здания, согласно определяющим эксплуатационным требованиям, должны:

- обладать высокой надежностью, т. е. выполнять заданные им функции в определенных условиях эксплуатации в течение заданного времени, при сохранении значений своих основных параметров в установленных пределах;

- быть удобными и безопасными в эксплуатации, что достигается рациональными планировкой помещений и расположением входов, лестниц, лифтов, средств пожаротушения, причем для ремонта и замены крупногабаритного технологического оборудования в зданиях должны быть предусмотрены люки, проемы и крепления;

- быть удобными и простыми в техническом обслуживании (**техническое обслуживание** — комплекс организационно-технических мероприятий по поддержанию исправного и работоспособного состояния строительных конструкций путем устранения их значительных неисправностей; обеспечению установленных параметров и режимов работы, наладке и регулированию инженерных систем; осуществлению работ по подготовке к весенне-летнему и осенне-зимнему периодам года) и ремонте, т.е. позволять осуществлять его на возможно большем числе участков, иметь удобные подходы к конструкциям, вводам инженерных сетей без демонтажа и разборки для осмотров и обслуживания с предельно низкими затратами на вспомогательные операции, должны позволять применять передовые методы труда, современные средства автоматизации и механизации, сборно-разборные устройства для обслуживания труднодоступных конструкций, а также иметь приспособления для крепления люлек, источники тока и др.;

быть ремонтпригодными, т.е. их конструкции должны быть приспособлены к выполнению всех видов технического обслуживания и ремонта без разрушения смежных элементов и с минимальными затратами труда, времени, материалов;

иметь максимально возможный и близкий, эквивалентный для всех конструкций межремонтный срок службы;

быть экономичными в процессе эксплуатации, что достигается применением материалов и конструкций с повышенным сроком службы, а также минимальными затратами на отопление, вентиляцию, кондиционирование, освещение и водоснабжение;

иметь внешний архитектурный облик, соответствующий их назначению, расположению в застройке, а также приятный для обозрения, причем внутренняя покраска зданий не должна утомлять людей, по возможности не загрязняться и легко поддаваться очистке, восстановлению.

В зависимости от назначения здания в его проекте соответственно нормам предусматривают необходимые размеры, прочность, герметичность, теплозащитные и другие эксплуатационные качества, которые потом материализуют в ходе строительства и поддерживают в процессе эксплуатации.

Использование зданий по их назначению принято называть технологической эксплуатацией (**техническая эксплуатация (эксплуатация)**) - использование по назначению с систематическим осуществлением комплекса организационно-технических мероприятий по содержанию, техническому обслуживанию и ремонту здания и его элементов). Чтобы здания можно было эффективно использовать, они должны находиться в исправном состоянии, т. е. стены, покрытия и прочие элементы совместно с системами отопления, вентиляции и другими системами должны позволять поддерживать в помещениях требуемый температурно-влажностный режим, а системы водоснабжения и канализации, освещения и кондиционирования - обеспечивать заданную комфортность. Процессы, связанные с поддержанием зданий в исправном состоянии, называются техническим обслуживанием и ремонтом или технической эксплуатацией.

Построенные и принятые в эксплуатацию здания подвергаются различным внешним (главным образом природным) и внутренним (технологическим или функциональным) воздействиям. Конструкции изнашиваются, стареют, разрушаются, вследствие чего эксплуатационные качества зданий ухудшаются, и с течением времени они перестают отвечать своему назначению. Кроме этого имеет место моральное старение, изменение назначения здания и условий эксплуатации.

Это диктует необходимость проведения контроля их технического состояния, проверки исправности строительных конструкций и инженерного оборудования, соответствия здания и отдельных конструкций изменённым условиям эксплуатации и нормативным требованиям.

Контроль за техническим состоянием здания должен осуществляться его собственником, эксплуатирующей организацией или службой технической эксплуатации путем проведения плановых и неплановых (внеочередных) технических осмотров.

При осмотрах следует контролировать техническое состояние здания в целом, его инженерных систем и внешнего благоустройства; при частичных осмотрах - техническое состояние отдельных конструкций зданий, инженерных систем, элементов благоустройства. Осмотры должны проводиться 2 раза в год: весной и осенью.

После стихийных бедствий, аварий и при выявлении недопустимых деформаций оснований должны проводиться неплановые осмотры.

Результаты всех осмотров следует отражать в документах по учету технического состояния здания (журнал технической эксплуатации здания, технический паспорт). В этих документах должны содержаться: оценка технического состояния здания и его отдельных элементов, места расположения и параметры обнаруженных дефектов, причины их возникновения и сроки устранения.

При обнаружении в конструкциях малозначительных дефектов должно быть организовано постоянное наблюдение за их развитием, выяснены причины возникновения, степень опасности для дальнейшей эксплуатации здания и определены сроки устранения. При обнаружении значительных и критических дефектов следует провести обследование элементов здания специализированной организацией. (**Специализированная организация по обследованию зданий и сооружений** — проектная, научно-исследовательская или другая организация, отделение, отдел, лаборатория или иное подразделение организации (предприятия), имеющие разрешение (лицензия) на проведение соответствующих работ по обследованию строительных конструкций и инженерных систем или сетей).

Выполнение обследования здания либо сооружения с целью установления действительного технического состояния строительных конструкций и инженерных систем с выдачей соответствующего заключения специализированной организацией производится в случаях: определения пригодности здания к дальнейшей эксплуатации; определения износа; паспортизации; решении вопросов утилизации; проектировании ремонта, реконструкции, модернизации, реставрации; возобновлении строительства законсервированных объектов; изменении нагрузок или воздействий; изменения условий эксплуатации.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Обследование зданий и сооружений является важнейшей частью комплекса работ по оценке их технического состояния. При обследовании должна быть установлена действительная несущая способность и эксплуатационная пригодность строительных конструкций и оснований с целью решения вопроса о целесообразности и видах проведения запланированных работ по ремонту, реконструкции и т.д.

При обследовании выявляют:

- дефекты, вызванные принятыми проектными решениями;
- дефекты изготовления или возведения;
- повреждения в результате физического износа;
- повреждения от агрессивных воздействий среды;
- повреждения от нарушения правил эксплуатации;
- повреждения, полученные при стихийном бедствии.

Обследование состоит из трех этапов:

- 1 — предварительный осмотр здания;
- 2 — общее обследование;
- 3 — детальное обследование.

Состав и объем работ для проведения обследования устанавливаются техническим заданием в зависимости от необходимости и желания заказчика.

Обследование строительных конструкций и инженерных систем должно проводиться с учетом данных проектной, исполнительной и эксплуатационной документации.

Обследование зданий проводят в следующей последовательности:

- изучение архивных материалов, ознакомление с инвентаризационными данными и показателями технического паспорта, опрос жильцов, работников;

- **предварительный осмотр здания.** Выполняется до составления технического задания на проведение обследования для предварительного определения объемов и сроков выполнения работ, объема имеющейся проектной, исполнительной и эксплуатационной документации, условий доступа к обследуемым элементам здания. Производится выявление его конструктивной схемы, анализ планировки, устанавливаются места отбора проб, описание состояния конструкций и инженерного оборудования, деформаций, повреждений, отступлений от норм и правил технической эксплуатации. На данном этапе при осмотре здания должны быть выявлены участки и отдельные конструкции, имеющие аварийное состояние, и приняты меры по их временному усилению либо ограничению доступа;

- **общее обследование.** Для проведения обследования здание должно разбиваться на характерные зоны, назначаемые по следующим признакам: вид конструкций и инженерных систем, особенности нагрузок и воздействий. В пределах каждой зоны должны фиксироваться участки с различным состоянием конструкций. При общем обследовании должны выполняться следующие работы: изучение планировочных и конструктивных решений, анализ их соответствия проектной документации; осмотр и фотографирование конструкции; составление дефектных ведомостей по результатам осмотра и простейших измерений элементов; определение места выработок, вскрытий, зондирования конструкций для последующего детального обследования элементов здания; изучение особенностей близлежащих участков территории, вертикальной планировки, состояния благоустройства участка, организации отвода поверхностных вод; выявление вблизи здания опасных геологических явлений; оценка расположения здания в застройке. При отсутствии проектной документации в полном объеме или несоответствия здания проектной документации, должны выполняться обмерочные чертежи, включающие: поэтажные планы здания или его отдельных участков, подлежащих обследованию; поперечные и продольные разрезы; схемы расположения элементов здания; эскизы обследуемых конструкций и узловых соединений (виды, развертки, сечения). При общем обследовании должен проводиться сплошной визуальный осмотр обследуемых элементов здания и фиксирование всех явных дефектов. Если в ходе сплошного контроля, после проверки 25 % общего числа однотипных конструкций, дефекты не выявлены, допускается переход на выборочный контроль с определением объема выборки от числа оставшихся конструкций в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Вид конструкций	Объем выборки, %
Колонны	43
Фермы	100
Балки	65
Подкрановые балки	100
Плиты перекрытия	32
Плиты покрытия	27
Панели стен	32
Фундаменты	13

детальное обследование. Производится при паспортизации, когда отсутствуют необходимые данные о допустимых нагрузках на элементы здания, а также если увеличиваются нагрузки на элементы здания и (или) изменяются условия их эксплуатации, отсутствует проектная и исполнительная документация, или усилия от предполагаемых (расчетных) нагрузок превышают расчетную несущую способность, определенную по проектным данным, при выявлении элементов или их отдельных участков III категории технического состояния. Детальное обследование должно включать: обмеры конструкций и узлов их сопряжений, геодезическую съемку, измерение параметров трещин, прогибов, наклонов элементов, определение армирования и оценку степени коррозионного износа; определение фактических характеристик материалов конструкций неразрушающими методами или путем проведения испытаний отобранных из них образцов; уточнение исходных данных, необходимых для выполнения расчетов конструкций; окончательную схематизацию и классификацию дефектов; испытание элементов здания нагружением (при необходимости); разработку указаний (рекомендаций) по ремонту конструкций и (или) инженерных систем по их дальнейшей безопасной эксплуатации; разработку технических решений по усилению элементов здания. Детальное обследование должно производиться инструментальным путем. Из общего количества подлежащих обследованию конструкций, в каждой зоне здания формируют выборку для проведения детального обследования. Минимальное количество включаемых в выборку конструкций зависит от усредненной категории состояния конструкций и принимается в соответствии с таблицей 2. При этом в выборку включают конструкции, имеющие визуальную различную степень повреждений.

Таблица 2

Категория состояния	Количество обследуемых конструкции из одной генеральной совокупности	
	%	шт. не менее
I	7	2
II	15	4
III	20	6

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ И ЕГО КОНСТРУКЦИЙ

Техническое состояние конструкций характеризуется категориями:

- I — исправное (хорошее) состояние — малозначительные дефекты устраняются в процессе технического обслуживания;
- II — неисправное (удовлетворительное) состояние - дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта;
- III — ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние - опасность обрушения отсутствует. Необходимо соблюдение всех эксплуатационных требований. Возможны ограничения на некоторые параметры эксплуатации. Требуется ремонт;
- IV — неработоспособное (неудовлетворительное) состояние - необходимо срочное ограничение нагрузок. Требуется капитальный ремонт, усиление или замена элементов или конструкций (уточняется расчетом);
- V — предельное (предаварийное) состояние - требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка конструкций и (или) устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой конструкций.

Категории технического состояния конструкций и перечень соответствующих мероприятий по восстановлению их эксплуатационных качеств при необходимости уточняются детальным обследованием конструкций и расчетами. В зависимости от класса дефектов, степени их распространения, а также от назначенной степени ответственности участка или элемента конструкции, или инженерной системы, в котором обнаружены данные дефекты, определяют категорию его технического состояния в соответствии с таблицей 3.

Для отнесения конструкции к конкретной категории состояния достаточно появления указанного в таблице 3 сочетания параметров дефектов в любом из элементов (участков) конструкции определенной степени ответственности.

Таблица 3

Определение категории технического состояния

Степень распространения дефектов	Класс дефектов		
	Критические	Значительные	Малозначительные
Массовые	$\frac{V}{IV, V}$	$\frac{IV, V}{III}$	$\frac{II}{II, III}$
Многочисленные	$\frac{V}{IV}$	$\frac{IV}{II, III}$	$\frac{II, III}{II}$
Единичные	$\frac{IV, V}{III, IV}$	$\frac{III}{II}$	$\frac{II}{I}$
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Римскими цифрами обозначена категория технического состояния конструкций.</p> <p>2 В числителе приведены категории для элементов 1 степени ответственности, а в знаменателе — 2 степени ответственности.</p>			

Оценку технического состояния строительных конструкций или инженерных систем, эксплуатационных качеств здания выполняют по отдельным группам показателей эксплуатационных качеств. При оценке несущих свойств конструкций дефекты, для отнесения их к разряду критических (1 классу), значительных (2 классу) и малозначительных (3 классу), разделяют на две группы:

А — дефекты, которые характеризуют показатели качества, имеющие нормируемые численные значения;

Б — дефекты, связанные с нарушением технологии производства работ или повреждения, не имеющие нормируемых численных значений.

Для дефектов группы А класс дефекта определяется по величине (Δ , %) превышения или занижения (в небезопасную сторону) фактического значения контролируемого параметра X_i по сравнению с его предельным (максимальным или минимальным) значением

$$\Delta = \frac{X_i - X_{\text{норм}}(\text{макс})}{X_{\text{мин}}(\text{макс})}$$

Предельные значения $X_{\min(\max)}$ определяются в соответствии с проектной и нормативно-технической документацией или по ГОСТ 21778.

При этом:

- критическому дефекту соответствует: $\Delta > 40 \%$;
- значительному дефекту соответствует: $\Delta \leq 40 \%$;
- малозначительному дефекту соответствует: $\Delta \leq 10 \%$.

Для дефектов группы Б отнесение того или иного дефекта к определенному классу производится на основе анализа его последствий, степени влияния на основные показатели эксплуатационных качеств рассматриваемого элемента.

Различают две степени ответственности элемента или его участка, в котором обнаружен данный дефект, за его работоспособность.

К 1 степени ответственности относят элементы или их составные части (для сложных элементов), локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов, к значительному снижению показателей эксплуатационных качеств конструкций или помещений, к существенному ухудшению основных технико-экономических показателей.

Ко 2 степени ответственности относятся элементы или их составные части, не относящиеся к 1 степени.

По количеству (степени распространения) дефектов в элементе или на его рассматриваемом участке различают: единичные дефекты - занимающие до 10 % площади, линейного размера или количества; многочисленные дефекты - до 40 %; массовые дефекты - св. 40 %.

Усредненная оценка категории состояния генеральной совокупности конструкций каждого вида по результатам общего обследования производится по формуле:

$$K_{\text{ср}} = \frac{5K_I + 4K_{II} + 3K_{III} + 2K_{IV} + K_V}{K_I + K_{II} + K_{III} + K_{IV} + K_V}$$

где K_I, II, III, IV, V — количество конструкций, имеющих i категорию состояния.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Физический износ на момент его оценки выражается отношением стоимости объективно необходимых ремонтных работ, устраняющих повреждения элементов или здания в целом, к восстановительной стоимости.

Моральный износ на момент его оценки выражается отношением стоимости экономически целесообразных работ по реконструкции (модернизации) здания или его отдельных элементов к восстановительной стоимости.

Физический износ оценивается в зависимости от определяемых общим или детальным обследованием признаков износа, характеризующих степень снижения (в процентах) показателей эксплуатационных качеств.

Физический износ элемента, имеющего различную степень износа отдельных участков, определяется с учетом объема этих участков в общем объеме элемента.

Физический износ здания в целом определяется сложением степеней износа его отдельных элементов, взвешенных по удельному весу их стоимости в общей восстановительной стоимости здания.

Категория технического состояния здания в целом при технической инвентаризации в зависимости от величины его физического износа может быть ориентировочно определена в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Физический износ здания, %	Категория технического состояния
До 10	I
10—30	II
31—50	III
51—70	IV
Более 70	V

Определение физического износа здания либо его конструктивных элементов удобно производить в соответствии с ВСН 53-86 (р). «Правила оценки физического износа жилых зданий». При этом физический износ элементов здания или его частей определяется путём сравнения признаков физического износа со значениями, приведенными в таблицах 1-71 ВСН 53-86 (р). Если участок имеет все признаки износа, соответствующие определённому интервалу его значений, то значение физического износа следует принимать равным верхней границе интервала. Если же участок имеет только один признак – нижней границе интервала, в остальных случаях значение физического износа определяют интерполяцией.

Физический износ строительных конструкций, имеющих неодинаковую величину дефектов на различных участках, определяют:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i * P_i / P_k,$$

где Φ_i - физический износ участка конструкции,

P_i - размер участка конструкции,

P_k - размер всей конструкции.

Физический износ всего здания определяется по формуле:

$$\Phi_A = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} * L_i,$$

где Φ_{ki} - физический износ конструкции,

L_i - удельный вес конструктивного элемента, принимаемый по таблице 20 приложения 1.

Предложенные к выполнению практические работы разделены на группы:

1. Работы, предназначенные для изучения проведения обмерных работ, фиксации дефектов здания, определения физического износа.
2. Работы, обучающие методам выполнения инструментального контроля строительных конструкций и здания в целом.
3. Работа по составлению заключения о техническом состоянии здания.

Последовательное выполнение этих групп лабораторных работ наиболее полно послужит усвоению студентами курса диагностики технического состояния зданий и позволит им проследить процесс проведения обследования зданий и сооружений.

ПРОВЕДЕНИЕ ОБМЕРНЫХ РАБОТ, ФИКСАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ЗДАНИЯ,

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Выполнение обмеров внутри здания с построением плана и разреза

Цель работы: произвести обмеры указанного фрагмента здания; построить план и разрез указанной части здания.

Приборы и материалы: рулетка, лазерная рулетка, мерные рейки.

Пример выполнения обмерных работ представлен на рисунке 1.

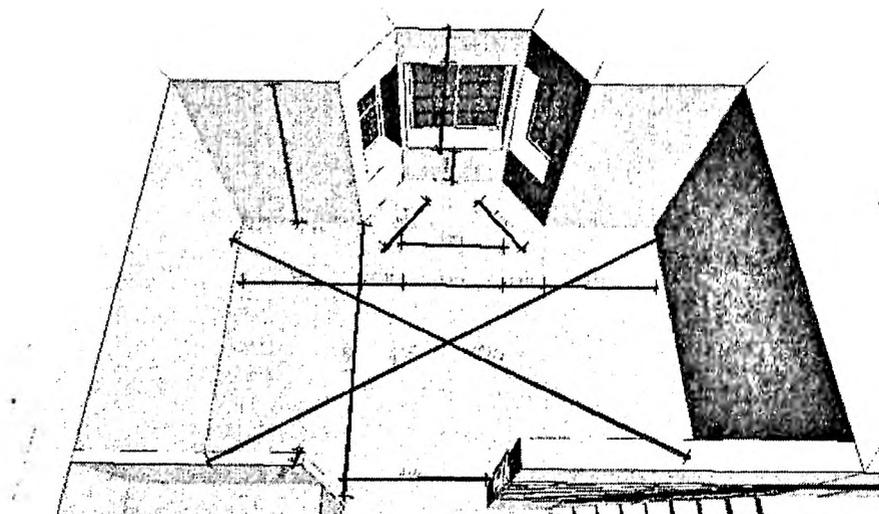


Рисунок 1. Места измерений при выполнении обмерных работ

Порядок выполнения работы:

1. Обойти обследуемую часть здания и нарисовать схематически её план, разрез в нескольких характерных сечениях.
2. С помощью измерительных инструментов определить размеры указанного фрагмента здания. Порядок проведения обмерных работ:
 - а) в каждом помещении измерить все горизонтальные размеры по периметру (расстояние от угла до проёма и размеры проёмов отдельно), по диагоналям;
 - б) измерить вертикальные размеры проёмов, расстояние от пола до оконного проёма. Высоту помещения следует определить в нескольких местах;
 - в) при обмерах лестничных клеток следует измерить расстояния между площадками, величину проступи и подступенка, оконных проёмов;
 - г) измерить толщину стен и перегородок (в нескольких местах отбить отделочный слой и измерить его толщину для определения действительного размера несущих стен и перегородок, определения материала стен и перегородок).
3. Выполнить в масштабе 1:100 план и разрез обследуемой части здания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2
Выполнение обмеров фасада здания

Цель работы: определение размеров фасада здания; измерение размеров обнаруженных дефектов.

Приборы и материалы: мерная лента, рулетка, теодолит.

Пример выполнения обмерных работ представлен на рисунке 2.

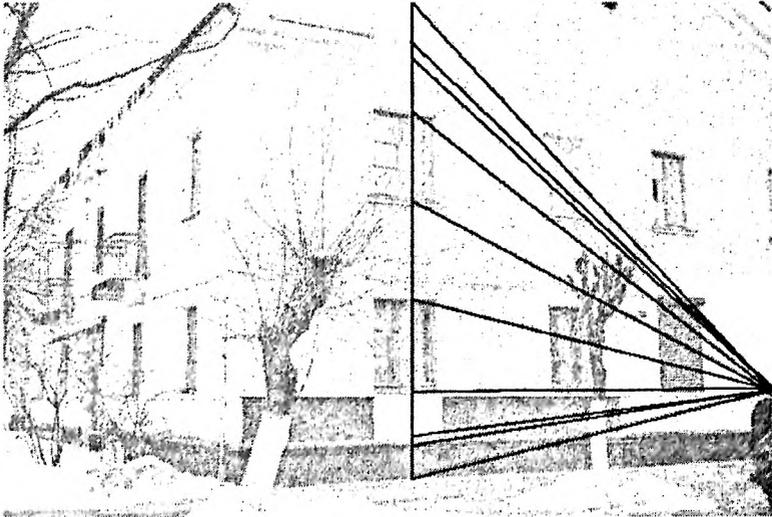


Рисунок 2. Места измерений при выполнении обмерных работ

Порядок выполнения работы:

1. Схематически вычертить обмеряемый фасад обследуемого здания.
2. С помощью рулетки определить длину фасада обследуемого здания, ширину оконных проёмов, простенков. Во время проведения обмеров фиксировать количество и размеры дефектов цоколя.
3. При помощи рулетки измерить высоту цоколя в нескольких местах по длине фасада.
4. Установить теодолит на расстоянии 20 м от фасада здания.
5. Определить высоту теодолита над землёй (Н) и соответствующую отметку на фасаде здания (Н1), которую в дальнейшем принять за условный ноль.
6. При помощи теодолита определить вертикальные отметки по фасаду здания: верх и низ оконных проёмов, колонн, пилястр, парапета и других элементов (отметки находим: $\text{отм.} = 20000 \cdot \text{tg } \alpha + \text{H1}$).
7. Во время замеров фиксировать на схеме фасада имеющиеся дефекты (трещины, отслоения, отсутствие плитки и т.д.) с измерением их величины.
8. Выполнить в масштабе 1:100 чертёж фасада здания с указанием всех размеров и дефектов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Проведение общего обследования здания

Цель работы: провести общее обследование рассматриваемой части здания.

Приборы и материалы: план, фасад и разрезы обследуемой части здания.

Порядок выполнения работы:

1. Здание условно разбить на характерные зоны, назначаемые по следующим признакам: вид конструкций и инженерных систем, особенности нагрузок и воздействий.
2. В пределах каждой зоны зафиксировать участки с различным состоянием конструкций.
3. Изучить планировочные и конструктивные решения, выполнить анализ их соответствия нормативной документации.
4. Произвести сплошной визуальный осмотр обследуемых элементов здания и фиксирование всех явных дефектов конструкций. Если в ходе сплошного контроля, после проверки 25 % общего числа однотипных конструкций, дефекты не выявлены, допускается переход на выборочный контроль с определением объема выборки от числа оставшихся конструкций в соответствии с таблицей 1.
5. Составить дефектные ведомости по результатам осмотра по следующей форме:

Элемент здания	Описание дефекта (признака физического износа)	Объём элемента здания, е.и.	Объём участка с данным дефектом, е.и.

6. Определить места выработок, вскрытий, зондирования конструкций для последующего детального обследования элементов здания; изучение особенностей близлежащих участков территории, вертикальной планировки, состояния благоустройства участка, организации отвода поверхностных вод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Определение физического износа здания

Цель работы: определить физический износ обследуемой части здания.

Приборы и материалы: обмерные чертежи здания, дефектные ведомости.

Порядок выполнения работы:

1. Определить физический износ конструктивных элементов обследуемой части здания путём сравнения признаков физического износа со значениями, приведенными в табл. 1-71 приложения 1. При этом, если участок имеет все признаки износа, соответствующие определённому интервалу его значений, то физический износ принимать равным верхней границе интервала. Если участок имеет один из признаков износа, то физический износ принимать равным нижней границе интервала. В остальных случаях значение физического износа определяют по интерполяции.
2. Определить физический износ строительных конструкций, имеющих неодинаковую величину дефектов на различных участках:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{n_k} \Phi_i \cdot P_i / P_k$$

где Φ_i - физический износ участка конструкции,

P_i – размер участка конструкции,

P_k – размер всей конструкции.

3. Определить физический износ всего здания по формуле:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{n_k} \Phi_{ki} \cdot L_i$$

где Φ_{ki} - физический износ конструкции,

L_i – удельный вес конструктивного элемента, принимаемый по таблице 20 приложения 1.

Расчёт выполнить в табличной форме:

Φ_i	P_i	P_k	Φ_{ki}

ВЫПОЛНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При обследовании зданий и сооружений в целом и отдельно строительных конструкций необходимо решать следующие задачи при проведении инструментального контроля:

- 1) определение прочностных характеристик материалов строительных конструкций;
- 2) определение звукоизоляционных свойств ограждающих строительных конструкций;
- 3) определение теплоизоляционных свойств ограждающих строительных конструкций.

Наиболее часто встречающиеся материалы несущих строительных конструкций зданий и сооружений – бетон, арматура, кирпич, блоки газосиликатные, цементно-песчаный и цементно-известковый растворы, дерево.

Современные методы определения прочностных, тепло - и звукоизоляционных характеристик материалов ориентированы, в основном, на осуществление неразрушающих методов контроля. Это связано с отсутствием в большинстве случаев возможности отбора

проб в находящихся под нагрузкой строительных конструкциях, а так же в значительно меньшей трудоёмкости выполнения работ. В случаях, когда необходим отбор проб (прочностные характеристики арматуры), но осуществить его невозможно, пользуются усреднёнными данными в соответствии с нормативными документами.

Прочностные характеристики бетона определяется преимущественно неразрушающим способом по методике ГОСТ 22690–88 и ГОСТ 18105–86 при помощи различного оборудования. В практике университета применяется прибор «ОНИКС – 2.4».

Диаметр, количество и место расположения арматуры может быть определено магнитным способом по методике ГОСТ 22904–93 с помощью прибора «ПОИСК – 2.3» либо аналогичного, внесённого в государственный реестр и поверенного. Толщину защитного слоя арматуры конструкций необходимо контролировать вскрытием арматуры. В случае невозможности вырезать часть арматуры для испытания, её прочностные характеристики определяют в соответствии с Пособием П-1 к СНиП 2.03.01-84* «Усиление железобетонных конструкций» в зависимости от профиля вскрытой арматуры. В практике проведения работ встречаются 3 вида профиля арматуры: гладкий, профиль «в елку», профиль «винт». А так же канаты (в основном, это армирование стропильных балок, ферм и других большепролётных конструкций). В случае исследования армирования фундаментных плит, монолитных конструкций, а также полков ребристых плит покрытий, которые армируются сетками, необходимо установить размеры ячеек.

Марку кирпича и иных стучных материалов определяют по пределу прочности при сжатии и изгибе в соответствии с ГОСТ 8462-85 на гидравлическом прессе в количестве не менее 5 штук, отобранных из кладки низа оконных проёмов либо карниза. Результаты испытаний оформляют по форме таблиц 5 и 6.

Таблица 5. Определение предела прочности кирпича при сжатии

Наименование показателей	№ образцов					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Разрушающая нагрузка, кН						
Площадь поперечного сечения, см ²						
Предел прочности при сжатии, МПа						
Наименьший предел прочности для отдельного кирпича, МПа						
Расчётная формула $R_{сж} = P_p / F$						

Таблица 6. Определение предела прочности кирпича при изгибе

Наименование показателей	№ образцов					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Ширина кирпича, м						
Толщина кирпича, м						
Расстояние между						
Разрушающая нагрузка, кН						
Предел прочности при изгибе, МПа						
Наименьший предел прочности для отдельного кирпича, МПа						
Расчётная формула $R_{изг} = 3P_c / 2bh^2$						

Ограждающие конструкции здания и расположенных в нём помещений, помимо восприятия нагрузки, должны обладать необходимыми звуко- и теплоизоляционными характеристиками, обеспечивающими комфортные условия пребывания в них человека.

Необходимость в определении звукоизоляции наружных ограждающих конструкций, перегородок возникает в тех случаях, когда изменяется назначение помещений, увеличивается уровень шума снаружи здания или в одном из помещений устанавливается дополнительное оборудование, являющееся источником шума. Для предотвращения негативного влияния шума на человека конструкции, ограждающие помещение с источником шума, или наружные ограждающие конструкции должны обеспечивать необходимый уровень звукоизоляции, сущность которой заключается в гашении или отражении падающей на конструкцию звуковой энергии. Лишь незначительная доля (около 1/1000 и менее) звуковой энергии может проникать через ограждение. Нормируемыми параметрами звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий являются индекс изоляции воздушного шума I_v и индекс приведенного уровня ударного шума I_u , измеряемые в ДБ. При несоответствии имеющихся значений уровня звукоизоляции нормативным требованиям необходимо предусматривать мероприятия по устройству дополнительной звукоизоляции. В строительстве применяют следующие основные способы борьбы с шумом:

- 1) планировочные;
- 2) изоляция воздушного шума;
- 3) экранирование;
- 4) звукопоглощение;
- 5) виброизоляция;
- 6) изоляция ударного шума;
- 7) вибропоглощение;
- 8) виброгашение.

Снижение шума, распространяющегося в воздухе, осуществляется первыми четырьмя способами.

Измерение изоляции воздушного шума выполняется в следующей последовательности: в помещении с источником шума измеряют уровень шума в октавных полосах в диапазоне 100-3150 Гц через 1/3 октавы. Аналогичные замеры производят и в изолируемом помещении. Индекс изоляции воздушного шума определяется по формуле: $I_v = 52 + \Delta_v$, где Δ_v – поправка, определяемая путём сравнения частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с нормативной частотной характеристикой изоляции воздушного шума. Для вычисления поправки Δ_v (ДБ) необходимо на график с нормативной частотной характеристикой изоляции воздушного шума нанести частотную характеристику изоляции воздушного шума конструкции и определить среднее неблагоприятное отклонение измеренного значения от нормативного.

Среднее неблагоприятное отклонение следует принимать равным 1/16 от суммы отклонений. Если среднее неблагоприятное отклонение приближается, но не превышает 2 ДБ, а максимальное неблагоприятное отклонение не превышает 8 ДБ, то поправка $\Delta_v=0$. В случае несоблюдения этих условий нормативная частотная характеристика снижается на целое число таким образом, чтобы среднее и максимальное неблагоприятное отклонения не

превышали указанной величины. В этом случае поправка отрицательна и равна величине смещения нормативной частотной характеристики. Если среднее неблагоприятное отклонение значительно меньше 2 Дб или неблагоприятное отклонение отсутствует, то нормативная частотная характеристика смещается вверх так, чтобы среднее неблагоприятное отклонение приближалось, но не превышало 2 Дб. В этом случае поправка положительна. Общая поправка определяется как сумма всех Δv .

Определение соответствия величины теплопотерь нормативным требованиям выполняется с целью контроля обеспечения в здании (отдельных помещениях) параметров микроклимата при оптимальном энергопотреблении. Особенно актуально данное направление в настоящее время в связи с постоянным ростом цен на энергоносители. Существующие требования к показателям микроклимата отражены в санитарно-гигиенических и строительных нормах (СНБ 2.01.01-93), там же оговорены требования к значению теплопередачи ограждающих конструкций зданий различного назначения. В связи с уделением большего внимания экономии энергоресурсов требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций увеличено по сравнению с ранее существующими, поэтому возникает необходимость в утеплении стен и покрытий зданий более ранней постройки (производится тепловая реабилитация здания).

При проведении **тепловой реабилитации** ограждающих конструкций зданий и сооружений необходимо знать требуемую толщину утеплителя, которую рассчитывают в соответствии с требованиями СНБ 2.01.01-93. Для проведения расчёта надо определить существующее значение термического сопротивления ограждающих конструкций. Лучше всего выполнять это с использованием тепловизионного контроля, так как существующие традиционные методы контроля качества строительства давно устарели и не дают должного эффекта, приводят к ошибкам. Так же зачастую сразу же после заселения вновь построенных зданий жильцы жалуются на множество конструктивных недоработок, низкое качество строительно-монтажных работ и огромные энергозатраты на теплоснабжение зданий. На выявление скрытых строительных дефектов, приводящих к увеличению тепловых потерь, тоже может быть направлен тепловизионный контроль качества строительства. На рисунке 3 приведены примеры тепловизионного исследования и указаны дефекты в конструкции зданий.

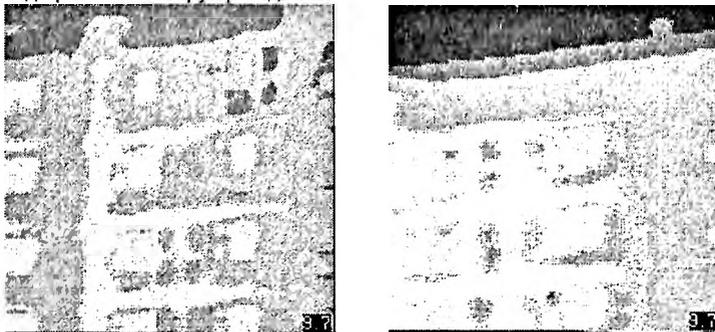


Рисунок 3. Дефекты конструкций: ярко выраженные утечки тепла через оконные блоки; утечки тепла на уровне межэтажных перекрытий; утечки тепла в углах выступов наружных стен

Порядок измерительного контроля зданий и сооружений на соответствие сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций нормативным требованиям:

- 1) тепловизионная съёмка: проводится обзорная тепловизионная съёмка поверхностей ограждающих конструкций, по результатам которой определяются термически неоднородные участки, участки с избыточными теплопотерями (тепловизионная съёмка производится при разности температур в помещениях и наружного воздуха не менее 10-15 °С, при температуре наружного воздуха не более +8°С, обследуемые поверхности не должны находиться в зонах прямого и отражённого солнечного света. Наиболее благоприятным временем проведения этого вида работ снаружи зданий является ночное время). Тепловизионную съёмку проводят как снаружи, так и изнутри помещений;
- 2) по результатам тепловизионной съёмки определяется участок ограждающей поверхности с пониженным значением сопротивления теплопередаче;
- 3) для выбранных участков конструкций выполняется определение значения сопротивления теплопередаче. В случае не выявления участков с пониженным значением выполняется определение данного параметра для участков конструкций с максимальной температурой поверхности на каждом фасаде здания;
- 4) принимается решение о соответствии либо не соответствии ограждающей конструкции нормативным требованиям.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Определение на модели звукоизоляции перегородки

Цель работы: определить на модели индекс звукоизоляции перегородки, изготовленной из различных материалов.

Приборы и материалы: установка для измерения уровня шума, модели перегородок, выполненные в масштабе 1:5.

Порядок выполнения работы:

1. Снять верхнюю камеру установки.
2. Установить между камерами испытываемую модель перегородки, тщательно замазав швы герметиком.
3. Установить верхнюю камеру.
4. Включить приборы в соответствии с инструкцией.
5. Измерить уровень звукового давления (L1) в камере с источником шума в диапазоне частот 100-3150Гц через октаву. Результаты измерений занести в таблицу:

Частоты,	500	1000	2000	4000	8000	16000
Гц						
L1						
L2						
R						

6. Переставить микрофон в изолируемое помещение и измерить уровень звукового давления (L2) в том же диапазоне частот. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Определить значение звукоизоляции для каждой октавной полосы частот по формуле: $R=L1-L2/$ полученные результаты занести в таблицу.
8. Произвести замену образцов и выполнить для каждого из них такие же измерения.
9. Построить график частотной характеристики изоляции воздушного шума и определить индекс звукоизоляции каждой конструкции.
10. Сделать вывод о влиянии характеристик материала конструкций на их звукоизоляционные свойства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Исследование влияния щелей на звукоизоляцию перегородки

Цель работы: определить на модели индекс звукоизоляции сплошной перегородки и перегородки с отверстием.

Приборы и материалы: установка для измерений уровня шума, модели перегородок, выполненные в масштабе 1:5.

Порядок выполнения работы:

1. Снять верхнюю камеру установки.
2. Установить между камерами испытываемую модель перегородки, тщательно замазав швы герметиком.
3. Установить верхнюю камеру.
4. Включить приборы в соответствии с инструкцией.
5. Измерить уровень звукового давления (L1) в камере с источником шума в диапазоне частот 100-3150Гц через октаву. Результаты измерений занести в таблицу:

Частоты, Гц	500	1000	2000	4000	8000	16000
L1						
L2						
R						

6. Переставить микрофон в изолируемое помещение и измерить уровень звукового давления (L2) в том же диапазоне частот. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Определить значение звукоизоляции для каждой октавной полосы частот по формуле: $R=L1-L2/$ полученные результаты занести в таблицу.
8. Произвести замену образца, установив модель перегородки с отверстием и выполнить для неё такие же измерения.
9. Построить график частотной характеристики изоляции воздушного шума и определить индекс звукоизоляции каждой конструкции.
10. Сделать вывод о влиянии отверстий в конструкциях на их звукоизоляционные свойства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Проведение тепловизионной съёмки ограждающих конструкций здания

Цель работы: выполнить тепловизионную съёмку наружных ограждающих конструкций помещения лаборатории, установить участки с избыточным тепловыделением.

Приборы и материалы: тепловизор ТВ-04, ПК.

Порядок выполнения работы:

1. Установить тепловизор на штатив, подключить к ПК.
2. Выбрать диапазон температуры измерения, цветовую палитру отображения результатов съёмки (холодные - тёплые тона). Следует отметить, что наиболее эффективны при термическом контроле зданий чёрно-белые палитры.
3. Выполнить тепловизионную съёмку поверхности наружной стены.
4. Установить участки стен, оконных проёмов с максимальными теплопотерями.
5. Сделать вывод об однородности наружного ограждения, возможных причинах повышенной теплопроводности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Определение термического сопротивления ограждающих конструкций здания

Цель работы: выполнить измерение величины термического сопротивления наружных ограждающих конструкций помещения лаборатории.

Приборы и материалы: измеритель тепловых потоков.

Порядок выполнения работы:

1. При помощи датчиков температуры произвести измерение значения наружной и внутренней температуры воздуха.
2. Установить датчики измерителя тепловых потоков в точки с повышенной термической теплопроводностью, определённые при помощи тепловизионной съёмки.
3. Произвести измерение значения термического сопротивления ограждающих конструкций.
4. Повторить измерения для других участков стены.
5. Сделать вывод о величине изменения термического сопротивления в пределах данной наружной ограждающей конструкции, установить причины, вызывающее данное явление.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 1.04.01-04. Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации. - Мн.: 2004.- 20 с.
2. СНБ 2.04.01-97. Строительная теплотехника / Министерство архитектуры и строительства РБ – Мн. 1998 – 32 с.
3. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций// М.: НИИЖБ, 1972 – 15 с.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия./ Госстрой СССР – М. ЦИТП Госстроя СССР. 1986 –48 с.
5. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. - М.: СИ, 1991.
6. СНБ 5.03.01 – 02. Бетонные и железобетонные конструкции. / Министерство архитектуры и строительства РБ – Мн. 2003 – 139 с.

Учебное издание

Составители:

Таруц Валерий Владимирович
Замойская Надежда Владимировна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ по курсу

«ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

для студентов специальности

**1-70 02 01 – «Промышленное и гражданское строительство»,
специализации**

1 – 70 02 01 03 – «Техническая эксплуатация зданий и сооружений»

Ответственный за выпуск: *Таруц В.В.*

Редактор: *Строкач Т.В.*

Компьютерная верстка: *Боровикова Е.А.*

Корректор: *Никитчик Е.В.*

Подписано к печати 04.05.2008 г. Формат 60x84 1/8. Бумага «Чайка». Усл. п. л. 1,4.
Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 628. Отпечатано на ризографе учреждения
образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.