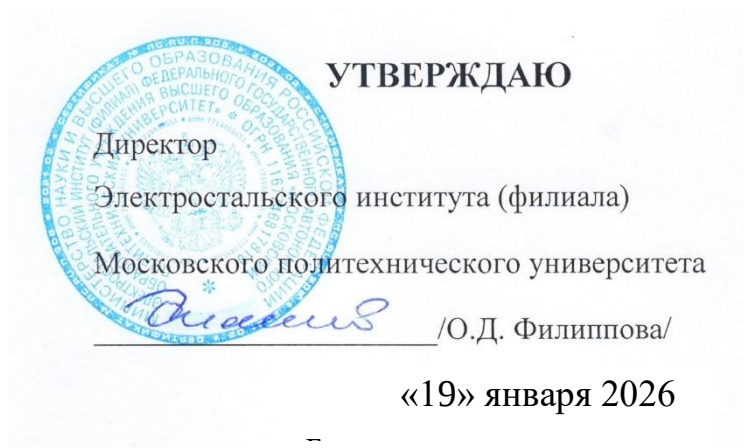


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обследование и испытание зданий и сооружений

Направление подготовки/специальность
08.03.01 Строительство

Профиль/специализация
Промышленное и гражданское строительство

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь, 2026 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»,
степень, звание

/С.В. Писарев/

Руководитель образовательной программы
степень, звание

/С.В. Писарев/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3	Структура и содержание дисциплины	6
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	6
3.2	Тематический план изучения дисциплины.....	8
3.3	Содержание дисциплины	9
	Раздел 1. Введение в обследование и испытание строительных конструкций.....	9
	Раздел 2. Нагружение конструкций при испытаниях.....	9
	Раздел 3. Измерение деформаций механическими приборами	10
	Раздел 4. Электрические методы измерения деформаций.....	10
	Раздел 5. Оптические и геодезические методы.....	10
	Раздел 6. Испытания моделей и методы подобия.....	11
	Раздел 7. Неразрушающие методы контроля	11
	Раздел 8. Современные электронные приборы	11
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий.....	12
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	12
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	13
4.2	Основная литература.....	13
4.3	Дополнительная литература.....	14
4.4	Электронные образовательные ресурсы	14
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	14
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	15
5	Материально-техническое обеспечение	16
6	Методические рекомендации.....	18
6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	18
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
7	Фонд оценочных средств.....	21
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	21
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	22
7.3	Оценочные средства.....	23

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Обследование и испытание зданий и сооружений» следует отнести:

- формирование знаний о современных методах, применяемых при обследовании
- гражданских и промышленных зданий и сооружений;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство, в том числе формирование умений по использованию современных электронных приборов, применяемых при определении прочностных характеристик строительных материалов зданий и сооружений;
- изучение правил и методов обследования технического состояния зданий и сооружений для оценки возможности их безаварийной эксплуатации;

К основным задачам освоения дисциплины «Обследование и испытание зданий и сооружений» следует отнести:

- изучение вопросов, связанных с изучением инструментальных методик определения и оценки контролируемых параметров строительных конструкций с применением средств статического и динамического нагружения, приборов для замера деформаций и средств неразрушающего контроля;
- на основе экспериментальной и теоретической базы изучить современные методы расчета элементов конструкций с использованием лекционного материала, практических и лабораторных занятий с применением физических и компьютерных методик, необходимых при составлении проекта усиления конструкций зданий и сооружений в результате обследований.

Обучение по дисциплине «Обследование и испытание зданий и сооружений» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-3	Знать: методы проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций. Уметь: использовать универсальные и специализированные приборы для обследования и испытания зданий. Владеть: методами обследования и изысканий, в соответствии с техническим заданием.
ПК-1	Знать: Нормативные правовые акты в области инженерно-геодезических изысканий, распорядительные, методические и локальные нормативные акты, регламентирующие производство инженерно-геодезических работ;

	Содержание ГИС обеспечения градостроительной деятельности. Уметь: Определять работникам подразделения первоочередные задачи на выполнение работ, контролировать их действия; Определять сроки, место, содержание и последовательность выполнения исследования и поверки геодезических приборов, контролировать ход их выполнения; Распределять между работниками задания по выполнению инженерно-геодезических работ исходя из их должности, опыта работы, знаний и умений. Владеть: Методами и способами метрологического обеспечения геодезических приборов и инструментов; Компьютерными технологиями планирования инженерно-геодезических изысканий.
ПК-2	Знать: Нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные технические и руководящие документы, относящиеся к сфере градостроительной деятельности; Современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы; Состав, содержание и требования к документации по созданию (реконструкции, реновации, ремонту, функционированию) объектов градостроительной деятельности. Уметь: Находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности; Оценивать состав и содержание документации по объектам

	градостроительной деятельности в соответствии с установленными требованиями; Оформлять документацию в соответствии с установленными требованиями для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности; Владеть: Системой требований, особенностей и свойств отдельных помещений, объектов и территорий в сфере градостроительной деятельности; Информационно-коммуникационными технологиями в профессиональной деятельности; Методами анализа больших массивов информации профессионального содержания в ходе исследования документации по объектам градостроительной деятельности.
--	---

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Обследование и испытание зданий и сооружений» относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», направленности «Промышленное и гражданское строительство».

Дисциплина «Обследование и испытание зданий и сооружений» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Сопротивление материалов;
- Основания и фундаменты зданий и сооружений;
- Архитектура гражданских и промышленных зданий;
- Металлические конструкции;
- Железобетонные конструкции.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	Самостоятельная работа	54	54
	В том числе:		
2.1	Подготовка к устному опросу и тестированию	14	14
2.2	Выполнение РГР	25	25
2.3	Подготовка к зачету	15	15
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	Зачет
	Итого	108	108

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			9
1	Аудиторные занятия	28	28
	В том числе:		
1.1	Лекции	14	14
1.2	Семинарские/практические занятия	14	14
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	Самостоятельная работа	80	80
	В том числе:		
2.1	Изучение теоретического материала	30	30
2.2	Выполнение РГР	30	30
2.3	Подготовка к зачету	20	20
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	Зачет
	Итого	108	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самос тояте льная работ а
			Лек ции	Семинар ские/ практиче ские занятия	Лабора торные заняти я	Практ ическа я подгот овка	
1	Раздел 1. Введение в обследование и испытание строительных конструкций	10	2	4	-	-	4
2	Раздел 2. Нагружение конструкций при испытаниях	14	2	6	-	-	6
3	Раздел 3. Измерение деформаций механическими приборами	16	4	6	-	-	6
4	Раздел 4. Электрические методы измерения деформации	16	4	6	-	-	6
5	Раздел 5. Оптические и геодезические методы	14	2	4	-	-	8
6	Раздел 6. Испытания моделей и методы подobia	10	2	2	-	-	6
7	Раздел 7. Неразрушающие методы контроля	16	2	6	-	-	8
8	Раздел 8. Современные электронные приборы	12	-	2	-	-	10
Итого		108	18	36	-	-	54

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самос тояте льная работ а
			Лек ции	Семинар ские/ практиче ские занятия	Лабора торные заняти я	Практ ическа я подгот овка	
1	Раздел 1. Введение в обследование и испытание строительных конструкций	10	2	2	-	-	6
2	Раздел 2. Нагружение конструкций при испытаниях	12	2	2	-	-	8
3	Раздел 3. Измерение деформаций механическими приборами	14	2	2	-	-	10
4	Раздел 4. Электрические методы	14	2	2	-	-	10

	измерения деформации						
5	Раздел 5. Оптические и геодезические методы	14	2	2	-	-	10
6	Раздел 6. Испытания моделей и методы подobia	10	2	1	-	-	7
7	Раздел 7. Неразрушающие методы контроля	18	2	2	-	-	14
8	Раздел 8. Современные электронные приборы	16	-	1	-	-	15
Итого		108	14	14	-	-	80

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в обследование и испытание строительных конструкций

Тема 1. История развития экспериментальных методов исследования в строительстве.

Цели и задачи обследования зданий и сооружений

Зарождение экспериментальной механики и испытаний конструкций (Галилей, Гук, Навье).

Развитие методов в XIX–XX веках. Появление тензометрии, поляризационно-оптического метода, ультразвуковой дефектоскопии. Современные цифровые и лазерные технологии.

Цели обследования: оценка технического состояния, определение остаточного ресурса, выявление дефектов и повреждений, контроль качества строительства, обоснование реконструкции или усиления. Задачи: установление фактических нагрузок и прочностных характеристик материалов, выявление дефектов, оценка пригодности к эксплуатации.

Тема 2. Правила и содержание работ по обследованию зданий и сооружений. Основные этапы обследований. Используемые средства и оборудование. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений

Этапы: подготовительный (изучение документации, составление программы), визуальный осмотр, детальное инструментальное обследование, камеральная обработка результатов, составление заключения. Средства и оборудование: измерительные приборы (рулетки, штангенциркули, уровни), геодезические приборы (нивелиры, тахеометры), неразрушающие приборы (склерометры, ультразвуковые дефектоскопы), тензометрическая аппаратура. Мониторинг – система регулярных наблюдений за изменением технического состояния в процессе эксплуатации (осадки, крены, раскрытие трещин, вибрации). Датчики и автоматизированные системы сбора данных.

Раздел 2. Нагружение конструкций при испытаниях

Тема 1. Нагружение элементов зданий и сооружений при испытании статической и динамической нагрузкой. Стенды для нагружения конструкций тарированными грузами, давлением воды и воздуха. Испытательные машины. Гидравлические прессы. Домкратные установки и гидравлические домкраты. Тарировка нагружающих устройств. Динамометры. Оборудование для нагружения динамической и циклической нагрузкой

Статические испытания: плавное увеличение нагрузки до разрушения или до заданного уровня. Динамические испытания: ударные, вибрационные, циклические нагрузки. Силовые стенды: башенные, рамные, пространственные. Нагружение тарированными грузами (мешки, чушки, бетонные блоки) – для статики. Гидравлическое нагружение (вода в емкостях, давление воздуха в оболочках). Испытательные машины: универсальные (разрывные, сжатия, изгиба) – гидравлические (до 200–1000 т) и электромеханические. Гидравлические прессы для испытания образцов бетона, кирпича. Домкраты: ручные и

электрические гидравлические (от 10 до 1000 т). Тарировка – калибровка нагружающих устройств по динамометру или эталонному датчику. Динамометры: механические (пружинные, кольцевые) и электронные тензометрические. Динамические испытания: вибростенды, ударные установки (падающие грузы), циклические испытательные машины (до 10^6 циклов). Пульсаторы и сервогидравлические системы с обратной связью.

Раздел 3. Измерение деформаций механическими приборами

Тема 1. Механические приборы для замера деформаций при статическом и динамическом нагружении. Рычажные тензометры и их модификации. Индикаторы часового типа и приборы на их основе. Прогибомеры. Клинометры. Вибрографы. Обработка результатов измерений. Виброграммы

Рычажные тензометры: принцип рычажной передачи малых перемещений (база 20–50 мм, цена деления 0,001–0,005 мм). Модификации: тензометры Гуггенбергера, Мартенса, система Гуда. Индикаторы часового типа (ИЧ-10, ИЧ-25) – цена деления 0,01 мм. Прогибомеры: механические с индикаторами часового типа на штанге (измерение прогибов балок, плит). Клинометры (уклонометры) – измерение углов наклона конструкций (крен). Вибрографы – механические приборы для записи вибраций (колеблющееся перо на ленте). Обработка результатов: построение графиков «нагрузка–деформация», определение модуля упругости, вычисление прогибов, сравнение с расчётными значениями. Виброграммы – осциллограммы колебаний (частота, амплитуда, форма). Погрешности механических приборов и методы их устранения.

Раздел 4. Электрические методы измерения деформаций

Тема 1. Тензорезисторы и приборы на их основе. Принцип работы тензорезисторов и приборов для регистрации их показаний. Тензометрические скобы и динамометры. Тензорезисторы в испытаниях конструкций циклическими нагрузками

Тензорезистор (тензодатчик) – проводник или полупроводник, меняющий сопротивление при деформации. Эффект тензочувствительности. Коэффициент тензочувствительности ($K = 1,5–2$ для константана, 50–150 для полупроводников). Наклейка тензорезисторов на конструкцию, сушка, защита от влаги. Мостовые схемы включения (четверть, полумост, полный мост). Тензометрическая аппаратура: усилители, цифровые измерительные системы (Топаз, ZETLab, Нейрон). Тензометрические скобы – жесткая основа с наклеенными тензорезисторами для измерения деформаций с большой базы. Тензометрические динамометры – датчики силы (кольцевые, балочные, S-образные). При циклических нагрузках – учёт дрейфа нуля, гистерезиса, усталостной прочности тензорезисторов.

Раздел 5. Оптические и геодезические методы

Тема 1. Оптические приборы в испытаниях строительных конструкций. Геодезические приборы для оценки деформаций и перемещений зданий и сооружений. Микроскопы для замера ширины раскрытия трещин. Тахеометры. Лазерные рулетки и дальномеры. Зрительные трубы, теодолиты – измерение горизонтальных и вертикальных углов (крены, смещения). Нивелиры – измерение осадок фундаментов, прогибов конструкций. Микроскопы МПБ-2, МИР-2, цифровые измерительные микроскопы – замер ширины раскрытия трещин (от 0,01 до 2 мм). Тахеометры (электронные) – измерение расстояний и углов, создание 3D-моделей деформированного состояния. Лазерные рулетки (до 100–200 м, точность $\pm 1–3$ мм) – линейные размеры, расстояния. Лазерные дальномеры с записью координат. Метод лазерного сканирования (LiDAR) – построение облаков точек, сравнение с проектной геометрией. Фотограмметрия – обработка фотоснимков для получения 3D-моделей.

Раздел 6. Испытания моделей и методы подобия

Тема 1. Испытание моделей строительных конструкций. Геометрическое и физическое подобие. Критерии подобия. Экспериментальные модели. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений в конструкциях

Моделирование – замена реальной конструкции уменьшенной моделью при сохранении подобия. Геометрическое подобие – постоянство масштаба длин ($K_L = L_{\text{модели}} / L_{\text{натуры}}$). Физическое подобие – одинаковые физические процессы (упругость, пластичность). Критерии подобия: закон Гука (модуль упругости), число Коши ($Ca = \rho v^2 / E$), критерий Пуассона, критерий пластичности, числа подобия при динамике (Струхала, Фруда, Маха – для особых случаев). Экспериментальные модели: из оргстекла, эпоксидных смол, гипса, металлов. Выбор материала модели по критериям. Поляризационно-оптический метод (фотоупругость): изготовление модели из оптически чувствительного материала (эпоксидная смола, стекло), нагружение, просмотр в полярикопе – цветные полосы (изохромы) соответствуют линиям равных разностей главных напряжений. Обработка – определение максимальных касательных напряжений, траекторий главных напряжений. Применение: ответственные узлы (проемы, примыкания, анкерные зоны).

Раздел 7. Неразрушающие методы контроля

Тема 1. Разрушающие и неразрушающие методы контроля параметров строительных конструкций. Механические методы неразрушающих испытаний. Ультразвуковые, радиационные и магнитные методы контроля

Разрушающие методы: вырезка образцов (кернов) из конструкций – испытание на прессе до разрушения (точное, но трудоёмкое и повреждающее). Неразрушающие методы (НК) – оценка без повреждения. Механические методы: метод отрыва со скалыванием (диски приклеиваются), метод скалывания ребра, пластические деформации (отпечаток шара – молоток Кашкарова, вдавливание диска). Склерометры (молоток Шмидта) – по высоте отскока (динамический метод). Ультразвуковые: время прохождения ультразвука (скорость коррелирует с прочностью, модулем упругости, выявлением трещин, раковин, несплошностей). Радиационные: гамма-дефектоскопия, рентген – просвечивание конструкции (скрытая арматура, плотность бетона, пустоты). Магнитные методы – для контроля армирования: толщина защитного слоя, диаметр и расположение арматуры (магнитометры, магнитные толщинометры, например, ПОИСК-2, Profometer). Электромагнитный метод – фиксация арматуры по изменению индуктивности.

Раздел 8. Современные электронные приборы

Тема 1. Современные электронные приборы для исследования различных параметров в элементах конструкций

Цифровые тензометрические станции (ZET 017, ТензоСтанция) – многоканальные, запись на SD-карту, интерфейс USB/Ethernet. Емкостные и индуктивные датчики перемещений (LVDT – линейные дифференциальные трансформаторы) – точность до 0,1 мкм. Беспроводные датчики (Wi-Fi, LoRa, ZigBee) – мониторинг удаленных конструкций (мосты, башины). Волоконно-оптические датчики (решетки Брэгга) – распределенная деформация и температура вдоль волокна (длина до 10–50 м). Цифровые измерители влажности и температуры (гигрометры, термометры сопротивления Pt100). Энкодеры и лазерные интерферометры – высокоточные измерения перемещений. Акселерометры (MEMS – микроэлектромеханические системы) – измерение вибраций и ускорений (для динамических испытаний). Тепловизоры (ИК-камеры) – поиск скрытых дефектов, промерзаний, увлажнений (метод теплового контроля). Лазерные профилографы и сканы поверхности – детальная геометрия трещин и дефектов. Программное обеспечение: сбор данных (LabVIEW, DASYLab), обработка сигналов (MATLAB, Python с библиотеками NumPy/SciPy),

построение полей напряжений и деформаций. Интеграция с цифровыми двойниками зданий (BIM-моделями).

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

1. Механические приборы для замера деформаций при статическом и динамическом нагружении. Рычажные тензометры и их модификации. Индикаторы часового типа и приборы на их основе. Прогибомеры. Клинометры. Вибрографы. Обработка результатов измерений. Виброграммы.

2. Тензорезисторы и приборы на их основе.

Принцип работы тензорезисторов и приборов для регистрации их показаний. Тензометрические скобы и динамометры. Тензорезисторы в испытаниях конструкций циклическими нагрузками.

3. Оптические приборы в испытаниях строительных конструкций.

Геодезические приборы для оценки деформаций и перемещений зданий и сооружений. Микроскопы для замера ширины раскрытия трещин. Тахеометры. Лазерные рулетки и дальнометры.

Приборы для определения линейных перемещений и деформаций в элементах конструкций. Обследование деформаций конструкций зданий и сооружений

4. Испытание моделей строительных конструкций. Геометрическое и физическое подобие. Критерии подобия. Экспериментальные модели. Поляризациино-оптический метод исследования напряжений в конструкциях.

Испытание железобетонных и металлических конструкций физическими методами
Обследование железобетонных и металлических конструкций физическими методами

5. Разрушающие и неразрушающие методы контроля параметров строительных конструкций. Механические методы неразрушающих испытаний. Ультразвуковые, радиационные и магнитные методы контроля.

Испытание бетона конструкций с помощью приборов механического действия
Обследование бетонных конструкций с помощью приборов механического действия

6. Современные электронные приборы для исследования различных параметров в элементах конструкций.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. **ГОСТ 31937-2024** «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 апреля 2024 г. № 433-ст. – Москва: ГАРАНТ, 2024. – 66 с.

Настоящий стандарт устанавливает требования к работам и их составу по получению информации, необходимой для оценки технического состояния зданий (сооружений) и систем инженерно-технического обеспечения. Является нормативной основой для контроля технического состояния зданий (сооружений) и осуществления проектных работ по реконструкции, капитальному ремонту и демонтажу.

2. **СП 13-102-2003** «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» (с актуальными изменениями).
3. **ГОСТ Р 53778-2010** «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» (применяется в части, не противоречащей ГОСТ 31937-2024).
4. **ГОСТ 31938-2024** «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы контроля и испытаний».
5. **СП 20.13330.2016** «Нагрузки и воздействия» (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) – для определения нормативных и расчётных нагрузок при испытаниях.
6. **СП 63.13330.2018** «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» – для оценки прочности и деформативности ЖБК.
7. **ГОСТ 17624-2012** «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».
8. **ГОСТ 22690-2015** «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».
9. **ГОСТ 26433.0-85** «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения».
10. **ГОСТ 12.3.009-2015** «Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» – при проведении испытаний с нагружением.

4.2 Основная литература

1. **Федоров, В. С.** Обследование и испытание строительных конструкций зданий и сооружений. Конспект лекций для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 08.03.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство» [Электронный ресурс]. – Москва: РУТ (МИИТ), 2021. – 130 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/269693>.

Рассмотрены вопросы проведения обследований и оценки технического состояния зданий и сооружений, характерные признаки повреждений и дефектов строительных конструкций, методики и приборы для проведения статических и динамических испытаний.

2. **Бегинян, Э. А.** Техническая эксплуатация, содержание и обследование объектов недвижимости: учебное пособие / Э. А. Бегинян, С. И. Ушаков. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 108 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/108347.html> (ЭБС IPR SMART).

В учебном пособии рассмотрены вопросы, связанные с технической эксплуатацией, содержанием и обследованием зданий и сооружений. Представлены современные подходы к испытаниям строительных материалов и конструкций при обследовании объектов недвижимости. Для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство».

4.3 Дополнительная литература

1. **Коробейников, О. П.** Обследование технического состояния зданий и сооружений (основные правила): учебное пособие / О. П. Коробейников, А. И. Панин, П. Л. Зеленев. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/16029.html> .

Приведены правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений. Пособие составлено на базе национального стандарта РФ «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» .

2. **Маховиков, Б. С.** Обследование и испытание строительных конструкций: учебное пособие для вузов / Б. С. Маховиков, Б. И. Пинскер. – М.: Издательство АСВ, 2019. – 208 с.
3. **Улицкий, В. М.** Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин. – М.: Издательство АСВ, 2018. – 320 с.
4. **Парфёнов, А. В.** Неразрушающие методы контроля строительных конструкций: учебное пособие / А. В. Парфёнов. – СПб.: СПбГАСУ, 2020. – 140 с.
5. **Вершинин, В. П.** Механические и тензометрические методы измерения деформаций: лабораторный практикум / В. П. Вершинин. – М.: МГСУ, 2019. – 85 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. **Электронно-библиотечная система «Лань»** – коллекции «Инженерно-технические науки», «Строительство». Содержит учебники и учебные пособия по обследованию и испытанию строительных конструкций. Доступ: <https://e.lanbook.com>
2. **ЭБС «Университетская библиотека онлайн»** – учебные и научные издания по строительной диагностике, неразрушающему контролю, тензометрии. Доступ: <https://biblioclub.ru>
3. **ЭБС IPR SMART** – учебные пособия по технической эксплуатации и обследованию зданий, в том числе издания Бегиняна Э.А., Коробейникова О.П. Доступ: <https://www.iprbookshop.ru>
4. **Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»** – открытый доступ к научным статьям по методам обследования, мониторингу технического состояния, неразрушающему контролю. Доступ: <http://cyberleninka.ru>
5. **Национальная электронная библиотека (НЭБ)** – единый портал, объединяющий фонды российских библиотек, содержит нормативно-техническую документацию. Доступ: <http://нэб.рф>
6. **Электронная библиотека Московского политехнического университета** – учебно-методические материалы. Доступ: <http://lib.mami.ru/ebooks>
7. **Библиотека нормативной документации (files.stroyinf.ru)** – своды правил (СП), ГОСТы, СанПиНы в свободном доступе. Доступ: <http://files.stroyinf.ru>
8. **Электронный правовой справочник «Гарант»** – полные тексты ГОСТ 31937-2024 и других нормативных документов. Доступ: <https://www.garant.ru>
9. **Справочная правовая система «КонсультантПлюс»** – законодательство в сфере технической эксплуатации и безопасности зданий.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. **Операционная система Windows** (лицензионная версия, используемая в компьютерных классах университета).
2. **Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)** – для оформления отчётов по обследованию, обработки результатов измерений, создания презентаций.

О совершенствовании нормативного и учебно-методического обеспечения образовательного процесса
Исп.: Т.С. Леухина
ИД 2098248

3. **SODIS CM / SODIS M** – программная платформа для автоматизации мониторинга строительных конструкций, сбора данных с датчиков в реальном времени, построения графиков «нагрузка–осадка», автоматического расчёта критериев стабилизации. Бесплатная версия доступна для учебных целей. Доступ: <https://www.sodislab.com>
4. **CADLib Модель и Архив 3.0** (СиСофт Девелопмент) – информационная система для поддержки жизненного цикла объектов капитального строительства, обеспечивающая управление процессом проектирования, проверку коллизий, хранение результатов обследований и мониторинга. Доступ: <https://csdev.ru/soft/cadlib-model-archive/cadlib-model-archive-3.html>
5. **ЛИРА-САПР** (учебная версия) – программный комплекс для расчёта строительных конструкций, используется для верификации результатов испытаний.
6. **MathCAD** или **MATLAB** – для математической обработки результатов измерений, построения эпюр и графиков деформаций.
7. **nanoCAD** (бесплатная версия) – для оформления чертежей дефектов и схем расположения измерительного оборудования.
8. **Антивирусное ПО** (Avast Free Antivirus или аналоги) – обеспечение безопасной работы в компьютерных классах.
9. **Adobe Acrobat Reader** (бесплатная версия) – для работы с электронными учебными материалами и нормативной документацией в формате PDF.
10. **Grafana** (бесплатная версия) – платформа для визуализации данных мониторинга (дашборды, графики, оповещения) .

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. **NormaCS 2.0** – Отраслевая информационно-поисковая система по нормативным документам в строительстве и проектировании. Содержит полные тексты ГОСТ 31937-2024, СП 13-102, СП 20.13330, а также типовые серии и альбомы технических решений. Обеспечивает отслеживание актуальных изменений. Доступ: <https://normacs.info>
2. **Техэксперт (Интегрум)** – База данных нормативно-технической документации с удобным поиском по ключевым словам. Содержит разделы: строительство, техническая эксплуатация, обследование и испытания конструкций. Доступ: <https://integra.ru>
3. **Справочная правовая система «КонсультантПлюс»** – содержит полные тексты федеральных законов, постановлений Правительства, СП, ГОСТ, СНиП в области строительства и технической эксплуатации.
4. **Справочная правовая система «Гарант»** – законодательство в сфере строительства, экспертизы, технического регулирования. Содержит полные тексты ГОСТ 31937-2024. Доступ: <https://www.garant.ru>
5. **База данных RSCI на платформе eLibrary.ru** – научные журналы по строительной диагностике, неразрушающему контролю, мониторингу технического состояния («Промышленное и гражданское строительство», «Вестник МГСУ», «Строительная механика и расчёт сооружений»). Доступ: <https://elibrary.ru>
6. **Международная база данных Scopus (Elsevier)** – рецензируемые публикации по направлениям Civil and Structural Engineering, Building and Construction, Structural Health Monitoring.
7. **Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics)** – международная база данных с разделами Engineering Civil, Materials Science, Construction Building Technology.

8. **Портал НП «АВОК»** – профессиональное объединение специалистов в области инженерных систем, содержит статьи и нормативные обзоры по диагностике и мониторингу.
Доступ: <https://abok.ru>
9. **Федеральный портал «Энергоэффективность» (Минстрой России)** – государственная информационная система в области энергосбережения, содержит требования к тепловизионному контролю ограждающих конструкций. Доступ: <https://minstroyrf.gov.ru>
10. **База данных «Monitoring»** (научная разработка) – реляционная база данных для систематизации и хранения информации о техническом состоянии промышленных сооружений на основе результатов периодических визуальных и инструментальных обследований. Охватывает данные о собственниках, конструкциях, количественных и качественных параметрах дефектов и повреждений, показателях прочности строительных конструкций и кренах .

5 Материально-техническое обеспечение

5.2.1 Оборудование для нагружения конструкций

п/п	Наименование оборудования	Назначение
	Гидравлический пресс П-50, П-100, П-200 (или аналоги)	Испытание бетонных образцов, кирпича, каменной кладки на сжатие до разрушения
	Разрывная машина Р-5, Р-10, Р-20 (или аналоги)	Испытание арматурной стали, металлических образцов на растяжение
	Универсальная испытательная машина (электромеханическая или гидравлическая)	Испытания на сжатие, растяжение, изгиб, сдвиг (статические и циклические испытания)
	Гидравлические домкраты (грузоподъемностью от 10 до 1000 т)	Нагружение конструкций при натурных испытаниях (балки, фермы, плиты перекрытий)
	Домкратные установки с ручным или электрическим насосом	Плавное нагружение, поддержание нагрузки с контролем по манометру
	Тарированные грузы (чугунные или бетонные блоки)	Статические испытания (создание сосредоточенных и распределённых нагрузок)
	Силовая рама (стенд) для испытания балок и ферм	Проведение статических испытаний крупногабаритных образцов
	Динамометры (механические и	Контроль величины

электронные)	прикладываемой нагрузки
--------------	-------------------------

5.2.2 Оборудование для измерения деформаций

п/п	Наименование оборудования	Назначение
	Тензометрическая станция (многоканальная)	Регистрация показаний тензорезисторов при статических и динамических испытаниях
	Тензорезисторы (различных типов и баз)	Измерение относительных деформаций в элементах конструкций
	Индикаторы часового типа (ИЧ-10, ИЧ-25, ИЧ-50)	Измерение линейных перемещений, прогибов, осадок
	Прогибомеры механические (с индикаторами часового типа)	Измерение прогибов балок, плит перекрытий
	Рычажные тензометры (Гуггенбергера, Мартенса)	Измерение деформаций с высокой точностью
	Цифровые датчики перемещений (LVDT)	Высокоточные измерения перемещений с цифровой регистрацией
	Беспроводные датчики деформаций	Мониторинг удалённых конструкций (мосты, башни)
	Волоконно-оптические датчики (решетки Брэгга)	Распределённые измерения деформаций и температуры вдоль волокна

5.2.3 Оборудование для неразрушающего контроля

п/п	Наименование оборудования	Назначение
	Склерометр (молоток Шмидта) – электронный или механический	Определение прочности бетона методом упругого отскока
	Ультразвуковой дефектоскоп (например, Пульсар-2.2, А1207, УДС-2)	Определение прочности бетона, поиск трещин, раковин, несплошностей
	Магнитный толщиномер (например, ПОИСК-2, Profometer)	Определение толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры
	Молоток Кашкарова (эталонный стержень)	Определение прочности бетона методом пластических деформаций

		(отпечаток)
	Прибор для измерения прочности методом отрыва со скалыванием (например, ОНИКС-ОС)	Неразрушающий контроль прочности бетона
	Тепловизор (ИК-камера)	Тепловизионный контроль – поиск скрытых дефектов, промерзаний, увлажнений
	Твердомер (для металла)	Определение твёрдости металлических элементов конструкций
	Магнитный дефектоскоп	Контроль металлических конструкций (поиск трещин, коррозии)

5.2.4 Оптические и геодезические приборы

п/п	Наименование оборудования	Назначение
	Микроскоп МПБ-2, МИР-2 (или цифровой измерительный микроскоп)	Замер ширины раскрытия трещин (от 0,01 до 2 мм)
	Нивелир (оптический или лазерный)	Измерение осадок фундаментов, прогибов конструкций
	Тахеометр (электронный)	Измерение расстояний и углов, создание 3D-моделей деформированного состояния
	Теодолит	Измерение горизонтальных и вертикальных углов (крены, смещения)
	Лазерная рулетка (дальномер)	Линейные размеры, расстояния
	Лазерный 3D-сканер (LiDAR)	Построение облаков точек, сравнение с проектной геометрией
	Фотоаппарат (цифровой) с высокой разрешающей способностью	Фиксация дефектов, документирование результатов обследования

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применение теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- О совершенствовании нормативного и учебно-методического обеспечения образовательного процесса
Исп.: Т.С. Леухина
ИД 2098248

- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос, собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины (п. 7.3.1)
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Комплект тестовых заданий по разделам дисциплины (п. 7.3.1)
3	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач	Комплект контрольных

		определенного типа по теме или разделу.	заданий по разделам дисциплины (п. 7.3.1)
4	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений выполнять расчеты и оформлять графическую часть в соответствии с требованиями нормативной документации.	Темы расчетно-графических работ (п. 7.3.1)
5	Зачет	Итоговая форма оценки знаний. Проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом.	Вопросы к зачету (п. 7.3.2)

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине, методом экспертной оценки.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Формы текущего контроля: устный опрос, тест, контрольная работа, расчетно-графическая работа (РГР).

Вопросы для устного опроса по разделам дисциплины «Обследование и испытание строительных конструкций»

Раздел 1. Введение в обследование и испытание строительных конструкций

1. Каковы основные цели и задачи обследования зданий и сооружений?
2. Назовите основные этапы развития экспериментальных методов исследования в строительстве.
3. Какие задачи решаются при проведении натурных испытаний конструкций?
4. В каких случаях проводится внеочередное обследование зданий и сооружений?
5. Что такое мониторинг технического состояния зданий и сооружений?

Раздел 2. Правила и содержание работ по обследованию зданий и сооружений

6. Перечислите основные этапы обследования зданий и сооружений.
7. Какие работы выполняются на этапе визуального обследования?
8. Какие работы выполняются на этапе детального инструментального обследования?
9. Какие средства и оборудование используются при обследовании конструкций?
10. Что входит в состав заключения по результатам обследования?
11. Что такое мониторинг технического состояния? Каковы его основные задачи?

Раздел 3. Нагружение элементов зданий и сооружений при испытании

12. Какие виды нагрузок применяются при испытании строительных конструкций?
13. Какие стенды используются для нагружения конструкций тарированными грузами?
14. Как производится нагружение конструкций давлением воды или воздуха?
15. Какие типы гидравлических прессов применяются для испытания образцов?
16. Что такое тарировка нагружающих устройств? Для чего она нужна?
17. Какое оборудование используется для нагружения динамической нагрузкой?
18. Что такое пульсаторы и сервогидравлические системы?

Раздел 4. Механические приборы для замера деформаций

19. Каков принцип работы рычажного тензометра? Какова его точность?
20. Какие модификации рычажных тензометров вы знаете?
21. Каков принцип работы индикатора часового типа? Какова его цена деления?
22. Для чего предназначен прогибомер? Как он устроен?
23. Что такое клинометр? Для измерения каких параметров он используется?
24. Каков принцип работы вибрографа? Что представляют собой виброграммы?
25. Как производится обработка результатов измерений механическими приборами?

Раздел 5. Тензорезисторы и приборы на их основе

26. Каков принцип работы тензорезистора? Что такое коэффициент тензочувствительности?

27. Какие материалы используются для изготовления тензорезисторов?
28. Какие схемы включения тензорезисторов существуют?
29. Что такое тензометрическая скоба? Где она применяется?
30. Как устроен тензометрический динамометр?
31. Какие особенности применения тензорезисторов при циклических нагрузках?
32. Какая аппаратура используется для регистрации показаний тензорезисторов?

Раздел 6. Оптические приборы в испытаниях строительных конструкций

33. Какие геодезические приборы используются для оценки деформаций зданий?
34. Как производится замер ширины раскрытия трещин с помощью микроскопа?
35. Каков принцип работы тахеометра? Для чего он используется?
36. Каковы преимущества лазерной рулетки перед механической?
37. Что такое лазерное 3D-сканирование? Где оно применяется при обследовании?
38. Что такое фотограмметрия? Как она используется для создания 3D-моделей?

Раздел 7. Испытание моделей строительных конструкций

39. Что такое геометрическое подобие модели и натурной конструкции?
40. Что такое физическое подобие? Какие критерии подобия существуют?
41. Какие материалы используются для изготовления экспериментальных моделей?
42. В чем сущность поляризационно-оптического метода исследования напряжений?
43. Что такое изохромы? Как они интерпретируются?
44. Каковы преимущества и недостатки поляризационно-оптического метода?

Раздел 8. Неразрушающие методы контроля параметров строительных конструкций

45. В чем отличие разрушающих методов контроля от неразрушающих?
46. Каков принцип работы склерометра (молотка Шмидта)?
47. Как определяется прочность бетона ультразвуковым методом?
48. Каков принцип работы магнитного толщиномера? Для чего он используется?
49. Как определяется прочность бетона методом отрыва со скалыванием?
50. Какие радиационные методы контроля строительных конструкций существуют?
51. Как работает тепловизор? Для выявления каких дефектов он применяется?
52. Каковы преимущества и недостатки неразрушающих методов контроля?

Раздел 9. Современные электронные приборы для исследования параметров конструкций

53. Что такое беспроводные датчики деформаций? Где они применяются?
54. Каков принцип работы волоконно-оптических датчиков (решеток Брэгга)?
55. Каковы преимущества LVDT-датчиков перед механическими индикаторами?
56. Для чего используются акселерометры при динамических испытаниях?
57. Что такое MEMS-акселерометры? Каковы их характеристики?
58. Какое программное обеспечение используется для сбора и обработки данных?

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Вариант теста № 1 (по разделам 1-4)

1. **Основной нормативный документ, регламентирующий обследование зданий и сооружений в РФ:**

- А) СП 20.13330
- Б) ГОСТ 31937-2024
- В) СНиП 2.01.07-85
- Г) ГОСТ 27751-2014

Правильный ответ: Б

2. **Прибор для измерения ширины раскрытия трещин:**

- А) нивелир
- Б) микроскоп МПБ-2
- В) теодолит
- Г) склерометр

Правильный ответ: Б

3. **Принцип работы тензорезистора основан на изменении:**

- А) индуктивности
- Б) ёмкости
- В) электрического сопротивления
- Г) напряжения

Правильный ответ: В

4. **Метод определения прочности бетона по высоте отскока бойка называется:**

- А) ультразвуковой
- Б) метод отрыва со скалыванием
- В) метод упругого отскока (склерометрия)
- Г) радиационный метод

Правильный ответ: В

5. **Для измерения прогибов балок при статических испытаниях используется:**

- А) клинометр
- Б) прогибомер с индикатором часового типа
- В) тахеометр
- Г) тензорезистор

Правильный ответ: Б

Расчетно-графические работы (РГР)

В течение семестра студент выполняет **одну расчетно-графическую работу (РГР)**, которая является формой текущего контроля и допуском к зачету.

Темы расчетно-графических работ (на выбор):

1. **РГР № 1. Оценка технического состояния железобетонной балки по результатам визуального и инструментального обследования**

О совершенствовании нормативного и учебно-методического обеспечения образовательного процесса

Исп.: Т.С. Леухина

ИД 2098248

Содержание: анализ дефектов (трещины, коррозия арматуры, прогибы), определение категории технического состояния по ГОСТ 31937-2024, рекомендации по усилению или эксплуатации.

2. РГР № 2. Определение прочности бетона неразрушающими методами

Содержание: обработка результатов измерений склерометром и ультразвуковым прибором, построение градуировочных графиков, определение класса бетона, сравнение с нормативными требованиями.

3. РГР № 3. Обработка результатов тензометрирования стальной балки при статическом нагружении

Содержание: обработка показаний тензорезисторов, определение деформаций и напряжений, построение эпюр изгибающих моментов, вычисление экспериментального модуля упругости.

4. РГР № 4. Измерение деформаций здания геодезическими методами

Содержание: обработка результатов нивелирования (осадки фундаментов) и теодолитной съемки (крены здания), сравнение с предельными деформациями по СП, оценка технического состояния.

5. РГР № 5. Оценка технического состояния металлической фермы покрытия

Содержание: анализ дефектов (коррозия, деформации, состояние узлов), определение категории технического состояния, разработка мероприятий по восстановлению несущей способности.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам к зачету. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие расчетно-графическую работу (РГР) и успешно прошедшие текущий контроль (устный опрос, тестирование).

Структура зачета:

Часть	Содержание
Теоретическая часть	Ответ на 2-3 вопроса из перечня вопросов к зачету
Практическая часть	Защита выполненной расчетно-графической работы (презентация основных результатов, ответы на вопросы по методике и выводам)