

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 01.07.2026 12:15:59
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff75d7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Рязанский институт (филиал)

**федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Московский политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

сформированности компетенции ПК-5 «Способен разрабатывать техническую документацию на различных стадиях разработки проекта зданий, строений и сооружений с обеспечением соответствия проектов заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

Разработан в соответствии с ФГОС **08.03.01 «Строительство»**

профиль подготовки (специализация) **Проектирование зданий**
квалификация **бакалавр**

Рязань 2026

Вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-5.

«Способен разрабатывать техническую документацию на различных стадиях разработки проекта зданий, строений и сооружений с обеспечением соответствия проектов заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

КОМПЕТЕНЦИЯ ФОРМИРУЕТСЯ ДИСЦИПЛИНАМИ:

	ДИСЦИПЛИНА
1	Архитектурно-конструктивное проектирование жилых зданий
2	Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий
3	Архитектурно-конструктивное проектирование промышленных зданий
4	Проектирование железобетонных и каменных сооружений
5	Современные конструкции из древесных и полимерных материалов
6	Обследование и испытание зданий и сооружений
7	Конструкционные металлы и сплавы
8	Геотехника, основания и фундаменты зданий и сооружений
9	Производственная практика: преддипломная

ДИСЦИПЛИНА «АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование жилых зданий»

1. Какой документ является основой для начала проектирования объекта капитального строительства?
 - а) градостроительный план земельного участка
 - б) задание на проектирование
 - в) разрешение на строительство
 - г) акт выбора земельного участка
2. Какая характеристика определяет огнестойкость здания?
 - а) класс конструктивной пожарной опасности
 - б) предел огнестойкости несущих конструкций
 - в) категория помещения по взрывопожарной опасности
 - г) все перечисленные
3. Какой элемент НЕ входит в состав лестнично-лифтового узла?
 - а) лестничная клетка
 - б) лифтовая шахта
 - в) мусоропровод
 - г) балкон

4. Что такое «блок-секция» в жилищном строительстве?
- отдельная квартира с индивидуальным входом
 - часть здания, выделенная конструктивно и планировочно
 - техническое помещение для инженерного оборудования
 - элемент фасада
5. Какая конструктивная схема каркаса характеризуется расположением колонн по периметру здания?
- поперечная
 - продольная
 - комбинированная
 - ствольная

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование жилых зданий»

- Что такое «конструктивная схема» здания?
- Назовите основной способ защиты подвальных помещений от грунтовых вод.
- Какой параметр определяет высоту этажа в жилом здании?
- Что такое «унификация» конструктивных элементов?
- Что понимается под «эксплуатируемой кровлей»?
- Назовите минимальное количество эвакуационных выходов из здания при числе эвакуирующихся более 50 человек.
- Что такое «каркас здания»?
- Что понимается под «архитектурно-планировочным решением»?
- Назовите основной критерий выбора конструктивной системы здания.
- Какой документ регламентирует требования к доступности зданий для МГН?
- Что понимается под «эксплуатируемой кровлей»?
- Что понимается под «функциональным зонированием» квартиры?
- Назовите тип крыши с уклоном более 10%.
- Назовите минимальную высоту помещений в жилых зданиях.

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование жилых зданий»

№ вопроса	Ответы
1	б
2	г
3	г
4	б
5	г
6	Система взаимного расположения несущих конструкций, обеспечивающая восприятие нагрузок.
7	Гидроизоляция стен и пола подвала

8	Расстояние от пола до пола вышележащего этажа.
9	Сокращение числа типов и размеров деталей и изделий для массового применения.
10	Кровля, приспособленная для размещения зон отдыха, озеленения или других функций.
11	Два и более.
12	Несущая система из колонн и ригелей, воспринимающая нагрузки от перекрытий и покрытий.
13	Комплексное решение внешнего облика и внутренней организации здания.
14	Этажность, функциональное назначение и грунтовые условия площадки.
15	СП 59.13330.2020 (Доступность зданий для маломобильных групп населения).
16	Кровля, приспособленная для размещения зон отдыха, озеленения или других функций.
17	Разделение жилого пространства на зоны отдыха, приёма гостей, приготовления пищи и санитарно-гигиенические помещения.
18	Скатная крыша.
19	2,5 метра (для жилых комнат и кухонь).
20	Световые проёмы (окна, фонари).

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – <i>оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 11 - 13 вопроса.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – <i>оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 14 - 17 вопроса.
Повышенный превосходный уровень (относительно порового уровня) – <i>93-100 баллов (оценка «отлично»)</i>	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 вопроса.

ДИСЦИПЛИНА «АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий»

1. Какая конструктивная система позволяет создавать большие свободные пространства без промежуточных опор?

- а) стеновая
- б) каркасная
- в) панельная
- г) блочная

2. Какой тип свода имеет форму полусферы?

- а) цилиндрический
- б) крестовый
- в) купольный
- г) сомкнутый

3. Какая планировочная схема характерна для гостиниц?

- а) зальная
- б) коридорная
- в) анфиладная
- г) атриумная

4. К какому типу зданий относятся аптеки?

- а) торговли
- б) здравоохранения
- в) образования
- г) культуры

5. Какой материал чаще используется для большепролетных покрытий?

- а) железобетон
- б) кирпич
- в) дерево
- г) стекло

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий»

6. Что такое функциональное зонирование в архитектурном проектировании?
7. На какие группы классифицируются общественные здания по этажности?
8. Что включает в себя конструктивная структура здания?
9. Каково функциональное назначение вестибюля в общественном здании?
10. Какой тип свода образуется вращением дуги вокруг вертикальной оси?
11. Какие требования предъявляются к эвакуационным путям?
12. Что характеризует каркасную конструктивную схему здания?
13. Каково назначение лифтов в многоэтажных общественных зданиях?
14. Какие параметры учитываются при расчете размеров световых проёмов?
15. Что представляет собой оболочка как тип покрытия?
16. Каково функциональное назначение гардероба в общественном здании?
17. Какая планировочная схема предполагает расположение помещений вдоль коридора?
18. Что такое балка в конструктивной системе здания?
19. Какие параметры входят в понятие микроклимата помещения?
20. Какой тип здания предназначен для временного размещения людей?

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий»

№ вопроса	Ответы
1	б
2	в
3	б
4	б
5	а
6	Разделение здания на зоны по функциональному назначению помещений.
7	Малоэтажные, многоэтажные, высотные.
8	Систему взаимосвязанных несущих и ограждающих элементов.
9	Распределение потоков посетителей и связь с другими помещениями
10	Купольный свод.
11	Безопасность, достаточная ширина, направление непосредственно наружу.
12	Наличие вертикальных стоек и горизонтальных ригелей, воспринимающих нагрузку.
13	Обеспечение вертикального транспорта для людей и грузов.
14	Инсоляция, естественная освещённость, нормативные коэффициенты.
15	Тонкостенная криволинейная конструкция, работающая на сжатие и растяжение.
16	Хранение верхней одежды посетителей.
17	Коридорная схема.

18	Горизонтальный несущий элемент, воспринимающий нагрузку от перекрытия.
19	Температура, влажность, скорость движения воздуха, чистота.
20	Гостиница.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 11 - 13 вопроса.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 14 - 17 вопроса.
Повышенный превосходный уровень (относительно порового уровня) – 93-100 баллов (оценка «отлично»)	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 вопроса.

ДИСЦИПЛИНА «АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование промышленных зданий»

1. Какой тип покрытия применяется при шаге стропильных конструкций 6 м без промежуточных опор?
 - а) По прогонам
 - б) Без прогонов
 - в) Пространственное
 - г) Мембранное

2. Какой элемент не входит в состав каркаса одноэтажного промышленного здания?
 - а) Колонны
 - б) Стропильные фермы
 - в) Фундаментные балки
 - г) Лестничные марши

3. Для чего применяются тормозные конструкции в промышленных зданиях?

- а) Для восприятия горизонтальных нагрузок от кранов
- б) Для крепления кровли
- в) Для устройства температурных швов
- г) Для монтажа окон

4. Какой тип фундаментов применяется под колонны промышленных зданий с железобетонным каркасом?

- а) Ленточные
- б) Плитные
- в) Отдельные стаканного типа
- г) Свайные

5. Что определяет высоту производственного помещения промышленного здания?

- а) Технологическое оборудование и габариты кранов
- б) Архитектурный замысел
- в) Климатические условия
- г) Стоимость строительства

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование промышленных зданий»

6. Что такое модульная координация?

7. Какие типы стропильных конструкций применяются в промышленных зданиях?

8. Что такое тормозная конструкция?

9. Какие требования предъявляются к стенам промышленных зданий?

10. Что такое пространственная жесткость каркаса?

11. Какие виды остекления применяются в промышленных зданиях?

12. Что такое деформационный шов?

13. Какие типы покрытий по конструктивному решению существуют?

14. Что такое фундаментная балка?

15. Какие факторы влияют на выбор этажности промышленного здания?

16. Что такое ригельный каркас?

17. Какие виды ворот применяются в промышленных зданиях?

18. Что такое безригельный каркас?

19. Какие типы связей применяются в каркасе промышленного здания?

20. Что такое светоаэрационный фонарь?

21. Какие требования предъявляются к полам промышленных зданий?

22. Что такое межферменный этаж?

23. Какие типы лестниц применяются в промышленных зданиях?

24. Что такое типизация в промышленном строительстве?

25. Какие виды утеплителей применяются в покрытиях промышленных зданий?

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование промышленных зданий»

№ вопроса	Ответы
1	б
2	г
3	а
4	в
5	а
6	Согласование размеров зданий и конструкций с единым модулем
7	Фермы, балки, арки, пространственные конструкции
8	Элемент для восприятия горизонтальных нагрузок от кранов
9	Прочность, теплозащита, огнестойкость, долговечность
10	Способность каркаса воспринимать нагрузки без значительных деформаций
11	Ленточное, точечное, витражное, зенитное
12	Конструктивный разрез, компенсирующий температурные и осадочные деформации
13	По прогонам, без прогонов, пространственные, мембранные
14	Элемент, воспринимающий нагрузку от самонесущих стен
15	Технология, оборудование, участок, экономика, градостроительные условия
16	Каркас, где горизонтальные нагрузки воспринимаются ригелями
17	Распашные, подъемные, секционные, рулонные, раздвижные
18	Каркас, где плиты покрытия опираются непосредственно на колонны
19	Вертикальные, горизонтальные, по колоннам, по покрытию
20	Конструкция, совмещающая функции освещения и вентиляции

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – <i>оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 11 - 13 вопроса.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – <i>оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 14 - 17 вопроса.

Повышенный превосходный уровень (относительно порогового уровня) – 93-100 баллов (оценка «отлично»)	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 вопроса.
---	--

ДИСЦИПЛИНА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Проектирование железобетонных и каменных сооружений»

1. Как классифицируются нагрузки по длительности действия?
 - а) Только постоянные;
 - б) Постоянные и временные;
 - в) Только временные;
 - г) Статические и динамические.

2. Что такое нормативное сопротивление бетона?
 - а) Расчетное значение с учетом коэффициентов надежности;
 - б) Минимальное значение прочности;
 - в) Характеристика материала без коэффициентов надежности
 - г) Максимальное значение прочности.

3. Какой коэффициент учитывает изменчивость прочности бетона?
 - а) Коэффициент надежности по бетону;
 - б) Коэффициент условий работы;
 - в) Коэффициент сочетания нагрузок;
 - г) Коэффициент динамичности

4. Что такое предварительное напряжение в железобетоне?
 - а) Напряжение от внешней нагрузки;
 - б) Напряжение от усадки бетона.
 - в) Напряжение от температурных воздействий;
 - г) Искусственно созданное сжатие бетона перед эксплуатацией

5. Какой способ создания предварительного напряжения предполагает натяжение арматуры до бетонирования?
 - а) Натяжение на упоры;
 - б) Натяжение на бетон;
 - в) Электротермический способ;
 - г) Механический способ.

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Проектирование железобетонных и каменных сооружений»

6. Какие коэффициенты условий работы бетона учитываются при расчете?
7. Как классифицируются требования к трещиностойкости?
8. Опишите основные положения расчета по первой группе предельных состояний.
9. Опишите основные положения расчета по второй группе предельных состояний.
10. Какие потери предварительного напряжения в арматуре вы знаете?
11. В чем разница между натяжением на упоры и на бетон?
12. Опишите алгоритм расчета элемента прямоугольного профиля с одиночной арматурой.
13. В каких случаях применяется двойное армирование изгибаемых элементов?
14. Опишите два расчетных случая для элементов таврового профиля.
15. Как определяется положение нейтральной оси в тавровом сечении?
16. Какие виды разрушения возможны по наклонному сечению?
17. Опишите методику расчета наклонного сечения на поперечную силу.
18. Какую роль выполняют хомуты и отгибы в балках?
19. Опишите конструктивные требования к поперечной арматуре в балках.
20. В чем особенности расчета внецентренно сжатых элементов с большими эксцентриситетами?

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Проектирование железобетонных и каменных сооружений»

№
вопр
оса

1	б
2	в
3	а
4	г
5	а
6	Коэффициенты, учитывающие длительность нагрузки, характер нагружения, условия твердения, агрессивность среды
7	1 категория — без трещин; 2 категория — кратковременное раскрытие; 3 категория — ограниченное раскрытие трещин.
8	Проверка прочности, устойчивости и выносливости при расчетных нагрузках и сопротивлениях с коэффициентами надежности
9	Проверка трещиностойкости и деформаций при нормативных нагрузках для обеспечения эксплуатационной пригодности.
10	От релаксации, усадки и ползучести бетона, температурных перепадов, деформации анкеров, трения.
11	На упоры — натяжение до бетонирования; на бетон — натяжение после набора прочности бетона через каналы.
12	Задание параметров → определение относительной высоты сжатой зоны → проверка условий → подбор площади арматуры.
13	При ограниченных размерах сечения, при действии знакопеременных моментов, для повышения пластичности.
14	1) Граница сжатой зоны в полке; 2) Граница сжатой зоны в ребре сечения.

15	Сравнением расчетного момента с предельным моментом, воспринимаемым полкой сечения.
16	От поперечной силы, от изгибающего момента, от смятия бетона между наклонными трещинами
17	Проверка прочности наклонной полосы, расчет поперечной арматуры по условию равновесия сил.
18	Ответ: Восприятие поперечных сил, удержание продольной арматуры, предотвращение выпучивания сжатой арматуры.
19	Шаг хомутов, минимальный диаметр, анкеровка, расположение в зонах действия поперечных сил.
20	Разрушение начинается с текучести растянутой арматуры, учитывается работа сжатой арматуры

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 11 - 13 вопроса.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 14 - 17 вопроса.
Повышенный превосходный уровень (относительно порового уровня) – 93-100 баллов (оценка «отлично»)	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 вопроса.

ДИСЦИПЛИНА «СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Современные конструкции из древесных и полимерных материалов»

Вопрос 1: Для каких объектов целесообразно применять клееные деревянные арки пролётами до 45 м?

А. Малоэтажные жилые дома

Б. Производственные здания с пролётами до 18 м

- В. Промышленные и складские здания с химически агрессивной средой (в т. ч. калийные предприятия) и аналогичные объекты других отраслей
- Г. Офисные высотные здания
- Д. Подземные паркинги

Вопрос 2: Какие конструкции рекомендуется применять для производственных зданий с пролётами до 18 м?

- А. Клееные деревянные рамы и металлодеревянные фермы
- Б. Клееные деревянные арки пролётом до 45 м
- В. Деревянные балки и брусчатые фермы
- Г. Железобетонные подвесные системы
- Д. Стальные вантовые покрытия

Вопрос 3: Для каких объектов особенно рекомендуются клееные деревянные арки и рамы с целью повышения архитектурной выразительности?

- А. Складские помещения с агрессивной средой
- Б. Спортивные, выставочные и другие большепролётные здания
- В. Малоэтажные жилые дома
- Г. Подземные паркинги
- Д. Высотные офисные здания

Вопрос 4: Какие конструктивные решения целесообразно применять в малоэтажных зданиях?

- А. Деревянные балки, дощатые и брусчатые фермы
- Б. Клееные деревянные арки пролётом 45 м
- В. Металлодеревянные фермы для пролётов до 18 м
- Г. Стальные пространственные фермы для пролётов 60+ м
- Д. Железобетонные оболочки большой толщины

Вопрос 5: Что из перечисленного относится к ограждающим конструкциям покрытий в области применения ДК?

- А. Плиты покрытия
- Б. Клееные деревянные арки
- В. Металлодеревянные фермы
- Г. Деревянные балки
- Д. Стальные колонны

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»

- 6. Расчёт конструкций из дерева и пластмасс по предельным состояниям. Нормативные и расчётные сопротивления древесины, фанеры, пластмасс и стали. Какие нагрузки учитываются при расчёте конструкций из дерева и пластмасс.
- 7. Расчет деревянных элементов цельного сечения на центральное растяжение. Как учитываются ослабления сечений элементов?

8. Расчет деревянных элементов цельного сечения на центральное сжатие. Как учитываются ослабления сечений элементов?
9. Расчет деревянных элементов цельного сечения на поперечный и кривой изгиб
10. Расчет деревянных элементов цельного сечения на внецентренное сжатие
11. Расчет деревянных элементов цельного сечения на внецентренное растяжение.
12. Работа древесины на смятие и скалывание. Что такое угол смятия и как он влияет на прочность и деформативность сминаемых элементов?
13. Классификация соединений: требования, предъявляемые к соединениям элементов конструкций из дерева и пластмасс. Принцип подробности.
14. Конструирование и расчет соединений на лобовой врубке.
15. Пневматические конструкции. Классификация. Область применения.
16. Область применения деревянных и пластмассовых конструкций, перспективы развития.
17. Какие уникальные деревянные конструкции были возведены в нашей стране. Назовите имена ученых, архитекторов, изобретателей, работавших с деревянными конструкциями.
18. Основные свойства древесины как конструкционного материала: достоинства и недостатки.
19. Сортамент и породы лесоматериала, применяемого в строительных конструкциях.
20. Строение, пороки древесины.

Ключи к вопросам и баллы за правильный ответ

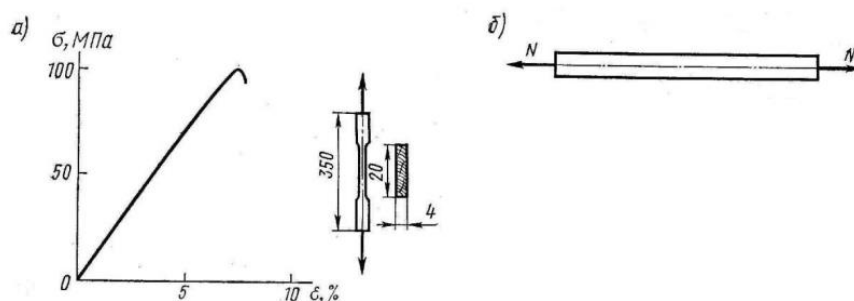
Во пр ос	Ответ
1.	В
2.	А
3.	Б
4.	А
5.	А
6.	Расчет по первому предельному состоянию производится по расчётным значениям нагрузок, а по второму предельному состоянию – по нормативным. Основной характеристикой материалов, по которой оценивается способность сопротивляться силовым воздействиям, является нормативное сопротивление R_n - минимальный вероятностный предел прочности чистой древесины, получаемым при статической обработке результатов испытаний стандартных образцов малого размера на кратковременную нагрузку. Расчётное сопротивление, R – это максимальное напряжение, которое может выдержать материал в конструкции, не разрушаясь, при учете всех неблагоприятных факторов в условиях эксплуатации, снижающих его прочность. Расчетное сопротивление получают делением нормативного сопротивления, R_n, на коэффициент безопасности по материалу: $R = \frac{R_n}{k},$ Коэффициент безопасности по материалу определяют по формуле:

$$k = \frac{1}{k_{дл} \cdot k_{одн}}$$

Расчетные сопротивления для пород древесины устанавливают путем умножения величин, приведенных в таблице 3, на переходные коэффициенты, m_n , указанные в таблице 5;

Расчетные сопротивления, приведенные в таблицах 3, 4 и 6, в соответствующих случаях следует умножать на коэффициенты условий работы.

7. На растяжение работают нижние пояса и отдельные раскосы ферм, затяжки арок. Растягивающее усилие, N , действует вдоль оси элемента и во всех точках его поперечного сечения возникают растягивающие напряжения, σ , которые считаются одинаковыми по величине. Древесина на растяжение работает почти упруго. Разрушение происходит хрупко. Стандартные образцы при испытаниях на растяжение имеют вид «восьмерки».



а – график деформаций и стандартный образец; б – расчётная схема;

Рисунок 1 – Растянутый элемент

Зависимость деформаций от напряжений близка к линейной, а прочность достигает 100 МПа (рисунок 7.1). Однако прочность реальной древесины при растяжении значительно ниже. Проверочный расчет растянутых элементов производится по формуле:

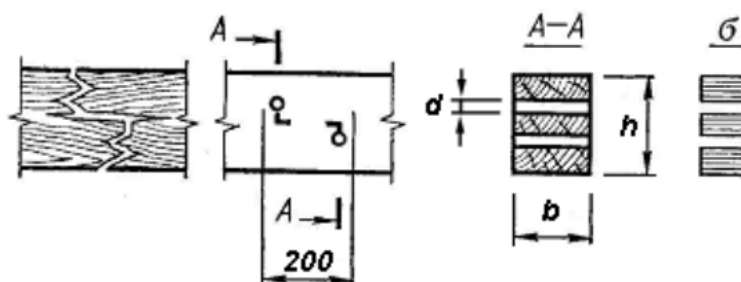
$$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} \leq R_p$$

где $F_{нт}$ – площадь рассматриваемого поперечного сечения элемента, причем ослабления, расположенные на участке длиной 20 см считаются совмещенными в одном сечении (рисунок 7.2);

N – расчетная продольная сила;

$F_{бр}$ – площадь брутто – полная площадь сечения элемента со всеми отверстиями и врезками;

R_p – расчетное сопротивление древесины растяжению вдоль волокон;



	$F_{нт} = F_{бр} - F_{осл};$ $F_{бр} = b \cdot h - \text{площадь сечения брутто};$ $F_{осл} = b \cdot 2d - \text{площадь ослаблений в сечении (на длине 200 мм)}.$ Рисунок 2 – к расчету ослаблений Для подбора сечений пользуются этой же формулой, но относительно искомой (требуемой) площади, $F_{тр}$.
8.	На сжатие работают стойки, подкосы, верхние пояса и отдельные стержни ферм. В сечениях элемента от сжимающего усилия, N, действующего вдоль его оси, возникают почти одинаковые по величине сжимающие напряжения, σ (эпюра прямоугольная). Древесина работает на сжатие надежно, но не вполне упруго. Примерно до половины предела прочности рост деформаций происходит по закону близкому к линейному, и древесина работает почти упруго. При росте нагрузки увеличение деформаций все более опережает рост напряжений, указывая на упруго - пластический характер работы древесины (рисунок 7.3). Разрушение образцов без пороков происходит при напряжениях, достигающих 44,0 МПа, пластично, в результате потери устойчивости ряда волокон, о чем свидетельствует характерная складка. Пороки меньше снижают прочность древесины, чем при растяжении, поэтому расчетное сопротивление реальной древесины при сжатии выше и составляет для древесины первого сорта $R_c = 14 \div 16$ МПа, а для 2 и 3 сортов эта величина немного ниже. а – график деформаций и стандартный образец; б – расчетная схема, характер напряжения, эпюра напряжений; в – типы закрепления концов и расчетные длины, 1 – складки, 2 – разрыв. Рисунок 3 – Сжатый элемент
9.	Изгибаемые элементы воспринимают нагрузки, действующие поперек продольной оси в одной из главных плоскостей сечения. Такой вид изгиба называется - поперечным изгибом. На поперечный изгиб работают: балки, стропила, прогоны, обрешетки, настилы. В изгибаемых элементах возникают изгибающие моменты, M и поперечные силы, Q. $M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8};$ $Q_{\max} = \frac{q \cdot l}{2};$

От изгибающего момента в сечениях элемента возникают деформации и напряжения изгиба, σ , которые состоят из сжатия в одной части сечения и растяжения в другой, в результате элемент изгибается.

Диаграмма « $\sigma - f$ » примерно до половины, имеет линейное очертание, затем изгибается, показывая ускоренный рост прогибов (рисунок 8.1). $R = 80$ МПа – предел прочности чистой древесины на изгиб при кратковременных испытаниях. Разрушение образца начинается с появления складок в крайних сжатых волокнах и завершается разрывом крайних растянутых (рисунок 8.2).

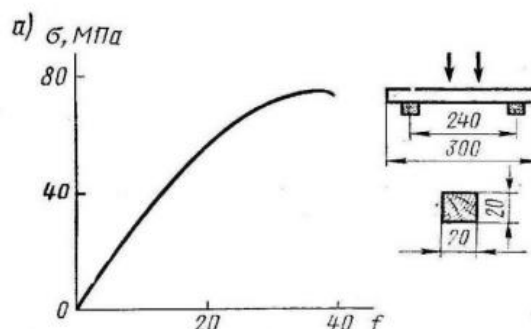
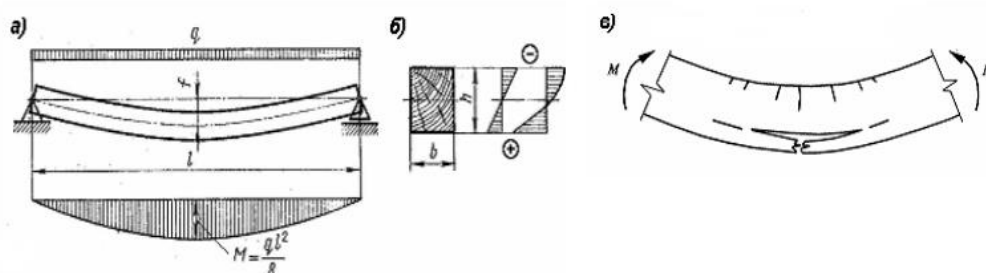


Рисунок 4 - график деформаций и стандартный образец

Поперечная сила Q вызывает деформации сдвига вдоль оси элемента и касательные напряжения τ , максимальные на нейтральной оси элемента



а и б – деформационный вид и эпюра изгибающих моментов; поперечное сечение и эпюры нормальных напряжений σ , при упругом и упруго – пластическом (перед разрушением) характере работы;

в – разрушение древесины от деформаций сжатия и растяжения при изгибе.

Рисунок 5 – Изгибаемый элемент

Расчетное сопротивление изгибу рекомендуется принимать таким же, как и при сжатии, т. е. для второго сорта:

- для элементов прямоугольного сечения высотой до 50 см $R_i = 19,5$ МПа;
- для брусев с размерами сечения 11,0 – 13,0 см. $R_i = 21,0$ МПа. Брусья при высоте сечения 11,0 – 50,0 см имеют меньше перерезанных волокон при распиловке, чем доски, поэтому их прочность повышается;
- для брусев шириной свыше 13,0 см при высоте сечения 13 – 50 см $R_i = 22,5$ МПа.

В общем случае для изгибаемых элементов выполняют четыре проверки:

- прочность при действии максимальных нормальных напряжений,
- прочность при действии максимальных касательных напряжений,
- устойчивость плоской формы деформирования,
- проверка по допускаемому прогибу.

10. **Сжато-изгибаемыми элементами (внецентренно-сжатыми)** называются элементы, находящиеся под одновременным воздействием продольной сжимающей силы и изгибающего момента.

Такое НДС возникает в следующих случаях:

- при совместном действии продольной силы и поперечной нагрузки;
- при внецентренном приложении продольной силы;
- при несимметричном ослаблении поперечного сечения сжатого элемента;
- в сжатых криволинейных элементах.

Так работают верхние сжатые пояса ферм, нагруженные дополнительно межузловой поперечной нагрузкой, а также при эксцентричном приложении сжимающей силы.

В сечениях сжато-изгибаемого элемента возникают равномерные напряжения сжатия от продольных сил N и напряжения сжатия и растяжения от изгибающего момента M , которые суммируются.

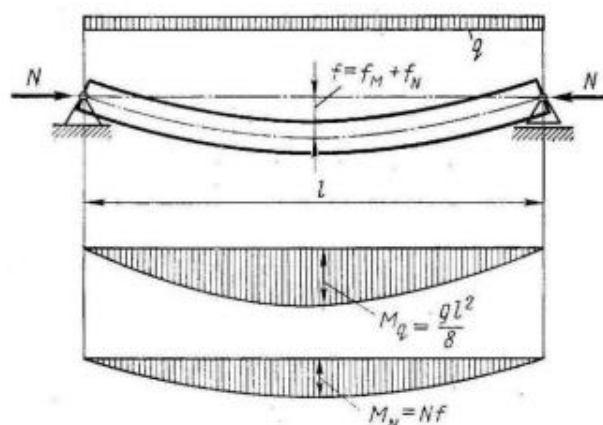


Рисунок 6 – Расчетная схема и эпюры изгибающих моментов сжато – изгибаемого элемента

На рисунке 6 представлены эпюры напряжений.

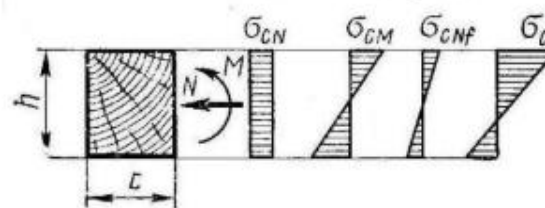


Рисунок 7 – Эпюры напряжений

Искривление сжато – изгибаемого элемента поперечной нагрузкой приводит к появлению дополнительного изгибающего момента с максимальным значением:

$$M_N = N \cdot f,$$

Где f – прогиб элемента.

Сжато - изгибаемые элементы рассчитывают на совместное действие продольной сжимающей силы, основного изгибающего момента от поперечной нагрузки и дополнительного момента, возникающего от действия продольной силы на деформированный элемент.

Точный расчет достаточно сложен, поэтому исходят из условия, что под действием расчетных нагрузок, наибольшее сжимающее краевое напряжение не должно превышать расчетного сопротивления древесины на сжатие вдоль

волокон. Расчет на прочность сжато – изгибаемых элементов выполняют по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{F_{\text{расч}}} + \frac{M_d}{W_{\text{расч}}} \leq R_c$$

где M_d – изгибающий момент от действия поперечных и продольных нагрузок определяемый из расчета по деформированной схеме.

Для шарнирно опёртых элементов при симметричных эпюрах изгибающих моментов синусоидального, параболического и близких к ним очертаний:

$$M_d = \frac{M}{\xi}$$

где M – изгибающий момент в расчетном сечении без учета дополнительного момента от продольной силы;

ξ – коэффициент, изменяющийся от 1 до 0, учитывающий дополнительный момент от продольной силы вследствие прогиба элемента, определяемый по формуле:

$$\xi = 1 - \frac{N}{\varphi \cdot R_c \cdot F_{\text{бр}}}$$

где φ – коэффициент продольного изгиба (коэффициент устойчивости) для сжатых элементов.

В случаях когда в шарнирно –опертых элементах эпюры изгибающих моментов имеют треугольное или прямоугольное очертание, коэффициент - по формуле (30) следует умножать на поправочный коэффициент k_n :

$$k_n = \alpha_n + \xi(1 - \alpha_n)$$

При несимметричном нагружении шарнирно –опертых элементов величину изгибающего момента M_m следует определять по формуле:

$$M_m = \frac{M_c}{\xi_c} + \frac{M_k}{\xi_k}$$

где M_c и M_k – изгибающие моменты в расчетном сечении элемента от симметричной и кососимметричной составляющих нагрузки;

ξ_c и ξ_k – коэффициенты, определяемые по формулам при величинах гибкостей, соответствующих симметричной и кососимметричной формам продольного изгиба.

Расчет на устойчивость плоской формы деформирования сжато-изгибаемых элементов следует производить по формуле:

$$\frac{N}{\varphi \cdot R_c \cdot F_{\text{бр}}} + \left(\frac{M_d}{\varphi_{\text{ш}} \cdot R_n \cdot W_{\text{бр}}} \right)^n \leq 1$$

где $F_{\text{бр}}$ – площадь брутто с максимальными размерами сечения элемента на участке.

Разрушение сжато – изгибаемых элементов начинается с потери устойчивости сжатых волокон, в результате чего появляются складки в верхней зоне сечения, увеличивается прогиб, и элемент ломается.

- | | |
|-----|---|
| 11. | Растянуто-изгибаемые элементы работают одновременно на растяжение и изгиб. В нижних волокнах за счет суммирования напряжений от продольной силы и изгибающего момента возникают максимальные напряжения растяжения. |
|-----|---|

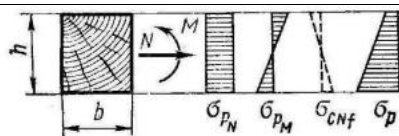


Рисунок 9.1 –Эпюры нормальных напряжений

В сечениях растянуто-изгибаемого элемента от продольной растягивающей силы N возникают равномерные растягивающие напряжения, а от изгибающего момента M – напряжения изгиба. Эти напряжения суммируются, благодаря чему растягивающие напряжения увеличиваются, а сжимающие уменьшаются.

Рисунок 9.2 - Расчетная схема и эпюры изгибающих моментов растянуто-изгибаемых элементов

Расчет растянуто-изгибаемых элементов производится по прочности с учетом всех ослаблений:

$$\sigma = \frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_{Д} \cdot R_p}{W_{расч} \cdot R_{и}} \leq R_p$$

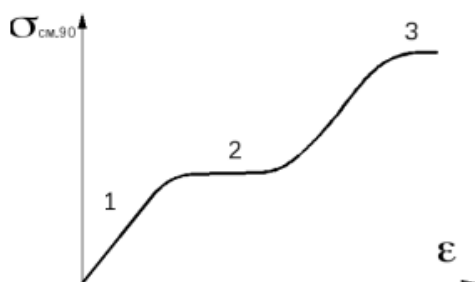
Отношение $R_p / R_{и}$ позволяет привести напряжения растяжения и изгиба к единому значению для сравнения их с расчетным сопротивлением растяжению:.

$$F_{расч} = F_{нт}$$

В расчет вводится отношение расчетных сопротивлений растяжению и изгибу, позволяющее привести напряжения от изгиба к общему значению, что необходимо для сравнения его с расчетным сопротивлением древесины на растяжение. Разгружающий момент обратного знака от действия продольной силы в расчете не учитывается в запас прочности.

12. Деревянные элементы испытывают равномерные напряжения смятия на тех участках своей поверхности, к которой непосредственно приложены сжимающие силы N . Таким образом, смятие древесины – это **поверхностное сжатие**. Смятие вдоль волокон возникает в торцах сжатых стержней. Сжимающая сила при этом действует перпендикулярно сечению, угол смятия между ее направлением и волокнами, α , равен нулю.

На сжатие и смятие поперек волокон по всей поверхности древесина работает значительно хуже, чем на сжатие и смятие вдоль волокон. При действии силы поперек волокон под углом 90° стенки клеток работают в неблагоприятных условиях, они сплющиваются, что приводит к значительным деформациям



На диаграмме видны три стадии:

- 1 - упругая стадия работы древесины в начале загрузки до наступления предела пластического течения;
- 2 - стадия ускоренного роста деформаций за счет смятия оболочек клеток ранней древесины;
- 3 - стадия уплотнения древесины, на этой

стадии рост деформаций замедляется, происходит смятие клеток поздней древесины.

	При работе древесины на сжатие и смятие поперек волокон за счет пластических деформаций происходит выравнивание напряжений и фактического разрушения образца не происходит.
13.	Основные требования, предъявляемые ко всем соединениям деревянных элементов: обеспечение в узлах и стыках вязкости, дробности и плотности. Металлические соединения являются универсальными и широко используются при изготовлении деревянных конструкций. По характеру работы все основные соединения деревянных конструкций подразделены на следующие группы: а) соединения без специальных связей, требующих расчета, — упоры и врубки; б) соединения со связями, работающими на сжатие — шпонки и колодки; в) соединения со связями, работающими на изгиб — нагели-болты, штыри, гвозди, винты, деревянные пластинки; г) соединения со связями, работающими на растяжение — болты, гвозди, винты и хомуты; д) соединения со связями, работающими на сдвиг — клеевые швы. Различают три группы соединений деревянных конструкций: - контактные соединения (без использования рабочих механических связей: врубки и другие соединения «впритык») - соединения с механическими связями (нагельные: болтовые, гвоздевые; шпоночные, соединения на шайбах, нагельных пластинках и т.п.) - клеевые соединения и соединения комбинированного типа. Для растянутых элементов деревянных конструкций обеспечения вязкости соединения, осуществляется применением «принцип дробности», который позволяет избежать опасности скалывания древесины путем увеличения числа площадок скалывания. Эффективность применения принципа дробности объясняется равномерным распределением усилий между многими параллельно работающими связями.
14.	Глубина врубки рекомендуется $2 \text{ см} \leq h_{\text{вр}} \leq h/3$. Длина площадки скалывания принимается не менее $1,5 h$ и не менее $10 h_{\text{вр}}$. При конструировании лобовых врубок усилия необходимо центрировать с опорной реакцией. Это требование обеспечивается опорной подушкой. Для того, чтобы вертикальная составляющая надежно прижимала сжатый элемент в месте контакта к нижнему поясу, между ними оставляется зазор 2 - 3 см. Для предотвращения взаимного смещения сопрягаемых элементов и повышения надежности от возможного скалывания устанавливаются аварийные связи. Расчет зоны лобовой врубки производится из условия прочности на смятие и на скалывание $N / R_{\text{см}} \leq R_{\text{см}} \alpha$. Площадка смятия в сжатом элементе смягчается вдоль волокон, а в растянутом под углом к направлению его волокон, поэтому проверка производится для растянутого элемента, где: $R_{\text{см}} \alpha = \frac{R_{\text{см}}}{1 + \left(\frac{R_{\text{см}}}{R_{\text{см} 90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha}$

В результате врубки растягивающее усилие в нижнем поясе приложено с эксцентриситетом, что вызывает изгибающий момент. В этом случае расчет нижнего пояса ведется как внецентренно-растянутого элемента, где:

$$M = N_p \cdot e$$

В связи с неравномерностью скалывающих напряжений по длине площадки скалывания инженерная методика оперирует средней величиной напряжений:

$$\tau_{cp} = \frac{T_{ск}}{F_{ск}} \leq R_{ск}^{cp} = \frac{R_{ск}}{1 + \beta \cdot \frac{l_{ск}}{e}}$$

где $\beta = 0,25$ при отношении $\frac{l_{ск}}{e} > 3$.

Путем несложных вычислений требуемую длину площадки скалывания можно определить по формуле:

$$l_{ск} = \frac{N_p}{R_{ск}^{cp} \cdot b - \beta \cdot \frac{N_p}{e}}$$

Лобовая врубка на упор

При малом угле наклона примыкания верхнего пояса к нижнему применение лобовой врубки нецелесообразно. С уменьшением угла увеличивается усилие скалывания и, поэтому более надежным решением узла является лобовая врубка на упор. В лобовом упоре торец верхнего пояса полным своим сечением упирается в опорный вкладыш. Опорный вкладыш передает вертикальную составляющую на подкладку и опорную подушку, а горизонтальную составляющую — нижнему поясу через металлические натяжные хомуты, деревянные накладки и нагели.

Лобовая врубка на упор имеет ряд преимуществ. Благодаря развитой площади смятия опорного вкладыша несущая способность по смятию значительно больше, чем лобовой врубке, отсутствие площадки скалывания и отсутствие ослаблений врубкой повышает надежность соединения.

Существенным недостатком этого вида соединения является повышенный расход металла и трудоемкость.

15. Пневматические строительные конструкции по характеру работы близки к пространственным висячим и тентовым мембарнам.
Преимущества: малый собственный вес, высокая мобильность, быстрота и простота возведения, возможность перекрытия больших пролётов, высокая степень заводской готовности.
Разделяются на две группы: пневмокаркасные (надувные) и воздухоопорные.
Пневмокаркасные – это надувные стержни или панели, несущая способность которых (сопротивление сжатию, изгибу, кручению) обеспечивается повышенным давлением воздуха в замкнутом пространстве); пролёт с учётом экономической целесообразности для рядовых сооружений не превышает 15-16 м. стоимость в 3 – 5 раз выше, чем воздухоопорных.
Воздухоопорные конструкции – оболочки, стабилизированные в проектом положении незначительной разницей давления в разделяемых оболочкой пространствах. Данные конструкции опираются на воздух. Отличаются простотой конструкции, безопасностью и надёжностью в эксплуатации, низкой стоимостью, способностью перекрывать большие пролёты. 50 – 70 %

	используются как складские помещения, 20 – 40 % - как покрытия для спортивных сооружений. Для пневматических конструкций применяются тканевые материалы, обрезиненные или покрытые полимерами. Проектирование строительных пневматических конструкций включает решение следующих задач: 1/ нахождение оптимальной формы оболочки; 2/ установление характера и величины силового воздействия; 3/ выяснение физико-механических свойств материалов оболочек и обоснование расчётных сопротивлений; 4/ выявление перемещений оболочки под воздействием нагрузок; 5/ определение напряжённо-деформированного состояния оболочки. Основные нагрузки на пневматическую оболочку: избыточное давление, ветровые и снеговые воздействия. Пневматические оболочки являются кинематически подвижными и геометрически изменяемыми системами. Перемещение оболочки может быть следствием двух причин: 1/ упругого или пластического удлинения материала (деформации) ; 2/ изменения геометрии оболочки при приложении нагрузок – кинематического перемещения, которое в значительной степени обуславливает интенсивность и характер ветровой и снеговой нагрузок.
16.	1. Несущие конструкции, покрытия всех видов зданий по назначению (арки, фанеры, фермы) 2. Ограждающие, стеновые и ограждающие конструкции покрытия (плиты покрытия) 3. Мосты, автодороги 4. Цеха и хранилища хим. Промышленности 5. Малоэтажные здания (брусчатые) 6. Сборно-разборные щитовое здание каркасного вида (финские домики) 7. Здания радиопроницаемые и магнитопроницаемые Специалисты рекомендуют в перспективе шире применять ДК в каркасах и покрытиях: 1. Производственных зданий пролетами до 18 м - клееные деревянные рамы и металлодеревянные фермы; 2. Спортивных, выставочных и других большепролетных зданиях - клееные деревянные арки и рамы, что позволяет повысить архитектурную выразительность сооружений благодаря высоким эстетическим достоинствам древесины; 3. Промышленных и складских зданий с химически агрессивной средой калийных предприятий, а также в аналогичных зданиях других отраслей промышленности - клееные деревянные арки пролетами до 45 м; 4. Малоэтажных зданий - деревянные балки, дощатые и брусчатые фермы.
17.	1. Древнейшее, сохранившееся на территории России, деревянное сооружение – маленькая церковь воскрешения Лазаря в Муромском монастыре Карельской АССР (14 век). 2. Выдающимся для своего времени примером служит город-крепость Свияжск, под Казанью., руководил работами зодчий «гороδοделец» Иван Выродков.

	3. Центральный выставочный зал в Москве (бывший Манеж), построенный в 1817 году по проекту архитекторов А.А. Монферрана и А. А.- Бетанкура в честь победы России над Наполеоном - фермы покрытия пролетом 45,0м 4. Дворец спорта в г. Архангельске перекрыт трехшарнирными деревянными арками пролетом 63,0м с шагом арок 6,0м, сечением арок 320 x 1600мм. Распор воспринимается железобетонными конструкциями примыкающий помещений. Учёные и специалисты, работающие и работавшие с ДК: 1. Огромный вклад в создание инженерных деревянных конструкций и теорию расчета внес Дмитрий Иванович Журавский. По его проектам был построен ряд железнодорожных мостов, он вывел формулу для сдвигающих усилий при изгибе сплошной балки, предложил способ расчета шпоночных соединений, формулу для определения касательных напряжений при изгибе деревянного элемента. Также впервые создал метод расчета ферм с помощью вырезания узлов. 2. Большой вклад в создание пространственных деревянных конструкций и сооружений внес Владимир Григорьевич Шухов. Среди деревянных конструкций В.Г. Шухова следует выделить тонкостенные дощатые своды, которые представляли собой многослойную конструкцию из тонких, уложенных плашмя и изогнутых по дуге досок. 3. Большой вклад внесли кружально-сетчатые конструкции системы С.И. Пасельника; пластинчатые нагели инженера В.С. Деревягина, 4. В теорию и практику применения деревянных конструкций свой вклад внесли также российские ученые: В.З. Власов (тонкостенные оболочки); А.Р. Ржаницын (составные стержни на податливых связях); В.Ф. Иванов (нагельные и гвоздевые соединения).
18.	Достоинства древесины: 1. Небольшая плотность и высокая удельная прочность 2. Низкий коэффициент теплопроводности; 3. Относительно низкий коэффициент температурного расширения; 4. Высокая химическая стойкость (по отношению к агрессивным солевым и кислотным средам); 5. Легкость обработки, высокие акустические качества, богатство сырьевой базы. Недостатки древесины: 1. Неоднородность, которая вызвана особенностями строения материала, наличием естественных пороков. Это приводит к разбросу показателей прочности по отношению к направлению волокон; 2. Зависимость свойств древесины от ее собственной влажности и от влажности окружающей среды; 3. Подверженность древесины загниванию и повреждению древоточинам.
19.	Основные породы древесины: Хвойные породы: сосна, ель, лиственница, кедр, пихта, тис Лиственные породы: дуб, ясень, береза, осина, бук, ольха, палисандр. Хвойная древесина содержит смолы, благодаря чему она лучше сопротивляется увлажнению и загниванию, чем лиственная.

	Сорта Лесоматериалы, получаемые строительством, подразделяют на круглые и пиленые По государственным стандартам различаются как доски так и бруски. ГОСТ 2695-83 выставляет основные требования к лиственным типам пиломатериала, в вот ГОСТ 8486-86 и ГОСТ 24454-80 определяет для хвойных материалов. Основные требования это влажность, деформация при сушке, четкие размеры, а также наличие сучков и других неровностей. Оценка пиломатериала происходит по плоскости и кромки, наихудшей для доски, брусья оцениваются по худшей стороне. Круглые лесоматериалы представляют собой части древесных стволов с гладко опиленными концами – торцами Например: бревна - части древесных стволов диаметром более 12см с гладко опиленными торцами, уменьшение диаметра по длине бревна называется сбегом. В среднем сбеги составляет 0,8 см на 1 м длины бревна (для лиственницы 1 см на 1 м длины от сучьев. Они имеют стандартные длины от 4,5 до 6,5 м Пилёные лесоматериалы - пиломатериалы, получаемые продольной распиловкой бревен. Это доски и бруски обрезные и необрезные, брусья и шпалы. Они имеют прямоугольное или квадратное сечение. Более широкие стороны пиломатериалов называют пластями, а узкие – кромками. Пиломатериалы имеют стандартную длину 1 – 6,5 м с градацией через каждые 0,25 м
20.	Строение древесины: Основную массу древесины составляют древесные волокна, расположенные вдоль ствола. Каждый годичный слой состоит из двух частей. Внутренний слой (более широкий и светлый) состоит из мягкой ранней древесины, образующейся весной, когда дерево растет быстро. Клетки ранней древесины имеют более тонкие стенки и широкие полости. Клетки поздней древесины имеют более толстые стенки и узкие полости. Прочность и плотность древесины зависит от относительного содержания в ней поздней древесины. Кора является как бы одеждой для дерева и состоит из наружного пробкового слоя и внутреннего — лубяного. Пробковый слой коры является отмершим. Лубяной слой служит проводником соков, питающих дерево. На торцовой поверхности древесного ствола у некоторых пород деревьев отчетливо видны светлые блестящие полосы, идущие веерообразно от сердцевины к коре, — это сердцевинные лучи. Они проводят в стволе воду в горизонтальном направлении, а также запасают питательные вещества. В середине ствола многих деревьев хорошо видна сердцевина. Она состоит из рыхлых тканей, образованных в первые годы жизни дерева. Она не допускается в тонких досках и брусках, которые будут работать на изгиб и растяжение. Между древесиной и корой расположен тонкий слой живых клеток, называемый камбием. Отмершую древесину внутри ствола принято называть ядром. Слой живой древесины, расположенный вокруг ядра, называют заболонью. Заболонь состоит из более молодой древесины, в которой еще имеются живые клетки, по которым питательные вещества идут от корней к кроне В некоторых породах может отсутствовать ядровая часть, (береза, липа, клен,

граб и др.) и тогда породы именуются заболонными. В других породах заболонь имеет цвет центральной части ствола, причем центральная часть остается более сухой, такие породы называются спелодревесными (ель, пихта, осина, бук).

Пороки древесины:

Качество лесоматериалов определяется степенью однородности строения древесины, от которой зависит ее прочность. Степень однородности древесины определяется размерами и количеством участков, где однородность ее строения нарушена и прочность снижена. Такие участки называют пороками. Основными недопустимыми пороками древесины являются: гниль, червоточины и трещины в зонах скалывания в соединениях.

Пороки строения древесины:

- Сучки – заросшие остатки бывших ветвей дерева. Сучки значительно снижают ценность древесины как материала и её сортность - в местах прорастания веток уменьшается прочность, так как сучок имеет собственную клеточную структуру. Специфической разновидностью сучка является пасынок.

Пасынок — сучок на месте крупного побега, конкурировавшего с главным стволом, отмершего или отставшего в росте. Может нарушать целостность пиломатериала, сильно снижает его прочность при растяжении и изгибе

- Тангентальный (тангенциальный) наклон волокон (косослой) - Он образуется в результате природного винтообразного расположения волокон в стволе, а также при распиловке бревен в результате их сбега

- Трещина — это разрыв древесины вдоль, реже поперёк волокон, относится к числу ограниченно допускаемых пороков. Трещины подразделяются на метиковые, морозные, трещины усушки и отлупные.

- Сердцевина — узкая (около 5 мм) центральная часть ствола. Элементы с сердцевинной, особенно с двойной, легко растрескиваются

- Кармашек (смоляной карман) — полость внутри или между годовых слоёв, заполненная смолой или камедью, характерен для ели. Вытекающее из кармашков содержимое портит поверхность изделий и препятствует их внешней отделке и склеиванию, пачкает инструменты.

- Крень — изменение строения в нижней зоне ствола и сучьев древесины хвойных пород. Повышает твёрдость и прочность древесины при сжатии и статическом изгибе, мешает механической обработке древесины, снижает ударную вязкость при изгибе и прочность при растяжении, резко увеличивает усушку вдоль волокон, что служит причиной растрескивания и продольного коробления, препятствует пропитке, ухудшает внешний вид.

- Рак — углубление или вздутие, образовавшееся в результате деятельности грибов или бактерий. У хвойных пород сопровождается смолотечением и сильным засмолением древесины.

Пороки формы ствола выражаются в различных отклонениях от нормальной формы ствола и формируются в период роста дерева: сбежистость, закомелистость, наросты, кривизна, овальность.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по схеме оценивания от 0% до 100% .

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) <i>оценивается по шкале 51%-65% правильных ответов как оценка «удовлетворительно»</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 12 - 15 тестовых вопросов и заданий.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порогового уровня) <i>оценивается по шкале 66%-85% правильных ответов как оценка «хорошо»</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 16 - 19 тестовых вопросов и заданий.
Повышенный превосходный уровень (относительно порогового уровня) <i>оценивается по шкале 86%-100% правильных ответов как оценка «отлично»</i>	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 20 - 25 тестовых вопросов и заданий.

ДИСЦИПЛИНА «ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Обследование и испытание зданий и сооружений»

1. Крыша здания, имеющая уклон, который необходим для быстрого отвода за пределы здания дождевой и талой воды, называется

- А. скатной
- Б. уклонной
- В. наклонной
- Г. фальцевой
- Д. плоской

2. Несущий конструктивный элемент зданий и сооружений, воспринимающий поперечные нагрузки и работающий главным образом на поперечный изгиб – это

- А. перемычка
- Б. балка
- В. колонна
- Г. ферма
- Д. плита

3. Способность конструкций объекта восстанавливать свои эксплуатационные качества после ремонта называется

- А. восстановлением
- Б. долговечностью
- В. ремонтпригодностью
- Г. жизнеспособностью
- Д. воскрешение

4. Детальное обследование здания с использованием приборов – это ... обследование

- А. визуальное
- Б. предварительное
- В. инструментальное
- Г. качественное
- Д. дистанционное

5. Твердое тело, один из размеров которого значительно больше двух других, преимущественно работающее на сжатие называется _____.

- А. колонной
- Б. балкой
- В. ригелем
- Г. плитой
- Д. блоком

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Обследование и испытание зданий и сооружений»

6 Условность расчетных схем и ее взаимосвязь с реальной конструкцией.

7 Условность расчетных характеристик строительных материалов.

8 Цели и задачи статических испытаний несущих конструкций зданий и сооружений.

9 Выбор элементов для статических испытаний.

10 Выбор схем загрузки для статических испытаний.

11 Главнейшие схемы загрузки конструкции.

12 Распределение нагрузок при испытании плит.

13 Распределение нагрузок при испытании однопролетной балки.

14 Техника безопасности при проведении обследований и испытаниях.

15 Нагрузка и ее разновидности при статических испытаниях.

16 Проведение и режимы статических испытаний.

17 Обработка результатов и анализ результатов статических испытаний.

18 Основы метрологии и стандартизации в строительстве. Основные понятия, связанные с поверкой средств измерений.

19 Основные метрологические характеристики средств измерений. Погрешностями измерений.

20 Этапы обследования строительных конструкций.

Ключи к вопросам и баллы за правильный ответ

Вопрос	Ответ
1.	а
2.	б
3.	в
4.	в
5.	а
6.	Условность расчётных схем — это неизбежное упрощение реальной конструкции, при котором второстепенные факторы, несущественные для конкретной задачи, исключаются из рассмотрения. Расчётная схема — это идеализированная модель реального объекта, в которой отражены только его ключевые свойства, определяющие поведение под нагрузкой
7.	Условность расчётных характеристик строительных материалов — это ситуация, когда используемые в расчётах параметры материалов и их свойств не полностью соответствуют реальным условиям их работы в конструкциях. Это связано с рядом факторов, которые не всегда учитываются в идеализированных расчётах, применяемых в строительной механике и сопротивлении материалов. Основные причины условности Дефекты и неоднородность материалов. В реальных материалах всегда присутствуют поверхностные и внутренние трещины, поры, неоднородности (например, в бетоне — резкая неоднородность, в стали — сочетание феррита и перлита). Особенно опасны дефекты с острыми углами: на их краях при действии внешних сил возникает концентрация напряжений, что может привести к разрушению раньше, чем достигается физическая (теоретическая) прочность материала. Анизотропность. Свойства материала могут различаться в зависимости от направления. Например, в древесине прочность вдоль и поперёк волокон учитывается в расчётах, но разница прочности бетона вдоль и поперёк направления уплотнения при вибрировании или в металле вдоль и поперёк проката часто не учитывается. Неоднородность работы составных сечений. В таких элементах всегда есть несовершенства: неточности изготовления деталей, дефекты в местах сопряжений, разнородность применяемых материалов, недостаточные связи между элементами и т. д. Это приводит к внутренним сдвигам, которые искажают распределение усилий и напряжений, принятое по проекту. Различия в условиях испытаний и эксплуатации. При назначении расчётных характеристик материалов следует учитывать возможные отличия их свойств в образцах и реальных конструкциях: размерные эффекты, изменение свойств во времени, различия температурных условий и т. п.. Влияние внешних факторов. При расчёте конструкций, работающих при высоких или низких температурах, повышенной влажности, в агрессивных средах, при повторных воздействиях и т. п., необходимо учитывать возможную деградацию физико-механических свойств материала (прочности, упругости, вязкости и др.).

8.	Основная цель статических испытаний несущих конструкций зданий и сооружений — определить их реальное техническое состояние, способность воспринимать действующие нагрузки и обеспечить безопасные условия дальнейшей эксплуатации. <u>Цели статических испытаний</u> Установление несущей способности. Определяется нагрузкой, при которой наступает потеря прочности или устойчивости объекта испытания. Анализ жёсткости конструкции. Оценивается по значениям перемещений, которые являются предельными с точки зрения возможности нормальной эксплуатации объекта. Исследование трещиностойкости (в первую очередь для бетонных и железобетонных конструкций). Устанавливается нагрузка, при которой образуются трещины, допустимые по условиям эксплуатации. <u>Задачи статических испытаний</u> Выявление нарушений проекта и действующих норм и технических условий, допущенных при строительстве. Определение степени фактического износа объекта в целом или отдельных его элементов, выявление конструктивных дефектов. Установление причин разрушения или ускоренного износа несущих элементов. Разработка мер по усилению конструкций или адаптации объекта к новым режимам нагрузок и условиям эксплуатации. Проверка соответствия теоретических данных о напряжённо-деформированном состоянии конструкций экспериментальным данным. Определение нормативной, расчётной и разрушающей нагрузки, а также деформаций конструкций. Изучение влияния расчётной схемы и конструктивной формы на работу конструкции. Анализ влияния динамических нагрузок на устойчивость конструкций, их прочность и жёсткость (в некоторых случаях, например при научно-исследовательских испытаниях).
9.	Выбор элементов для статических испытаний зависит от типа конструкции, целей исследования, её конструктивных особенностей и состояния. Основная задача — определить несущую способность, жёсткость, трещиностойкость или другие характеристики объекта. При этом важно обеспечить рациональный подход, минимизирующий затраты времени и ресурсов, но охватывающий ключевые элементы конструкции. <u>Критерии выбора элементов</u> Минимальное количество элементов. Цель — снизить затраты средств и времени на проведение испытаний. Не следует нагружать всю конструкцию, если это возможно — достаточно выбрать репрезентативные участки. Охват всех основных несущих элементов. Испытаниям должны подвергаться ключевые элементы, от которых зависит работоспособность всей конструкции. Особое внимание уделяют элементам, которые: подвергаются наиболее интенсивным эксплуатационным нагрузкам; имеют выявленные дефекты, повреждения или подозрения на снижение

	работоспособности; потенциально влияют на безопасность эксплуатации объекта. Чёткая схема статического опирания и закрепления. Желательно выбирать элементы с простой схемой крепления или опирания, свободные от дополнительных связей с примыкающими частями сооружения. Это позволяет избежать искажений в результатах из-за влияния соседних элементов. Представительность для серии изделий. Если речь идёт о серийном производстве, для испытаний отбирают «наилучшие» и «наихудшие» образцы на основании осмотра, неразрушающего контроля и предварительной вибрационной проверки. Усреднённая оценка даётся по результатам испытания образцов, наиболее характерных для большинства изделий партии. Особенности выбора в зависимости от типа конструкции Строительные конструкции (здания, мосты, фермы и т. п.). Испытаниям подвергают элементы, которые наиболее подвержены нагрузкам, а также те, где обнаружены дефекты. Например, в мостах это могут быть ключевые элементы поясов и решётки несущих ферм. Место приложения нагрузки выбирают так, чтобы в исследуемых элементах возникали необходимые напряжения и деформации для определения требуемых характеристик. Сваи и грунты. Испытаниям подвергаются сваи, оболочки и столбы, являющиеся элементами фундамента. Рекомендуются испытывать сваи или оболочки, погружение которых было прекращено при большем отказе (отказом называют величину погружения в грунт от одного удара молота). Для статических испытаний обычно выбирают 2 сваи, 1 оболочку или 1 столб. Материалы и сварные соединения. При испытаниях материалов выбирают образцы, соответствующие стандартам (например, ГОСТ 1497-84 для металлов на растяжение, ГОСТ 4648-2014 для пластмасс на изгиб и т. д.). Для сварных соединений применяют образцы, регламентированные ГОСТ 6996-66, которые включают различные типы участков сварного соединения и наплавленного металла
10.	Выбор схемы загрузки для статических испытаний — важный этап подготовки к проведению исследований, который определяет достоверность получаемых данных и эффективность процесса. Основные принципы выбора Рабочая схема испытаний — это статическая расчётная схема, которая реализуется при испытании. В ней отражаются условия опирания и закрепления конструкции на опорах, а также схема приложения нагрузок. Ключевые требования к выбору схемы загрузки: Она должна обеспечить возникновение в исследуемых элементах необходимых напряжений и деформаций, достаточных для выявления определяемых характеристик (прочности, жёсткости, трещиностойкости и т. д.). Должна соответствовать условиям работы конструкции в реальных условиях эксплуатации.

	При этом необходимо учитывать реальные возможности (наличие загрузочных приспособлений) и стоимость испытаний. При выборе схемы опирания стоит помнить, что граничные условия в действительности всегда отличаются от идеализированных расчётных. Поэтому испытания элемента конструкции рекомендуется проводить в условиях простейшей схемы опирания — например, шарнирной с подвижной опорой. Результаты испытаний следует сравнивать с показателями, рассчитанными именно для этой схемы. Если при испытаниях по одной схеме невозможно проконтролировать все расчётные предельные состояния изделия, то следует предусматривать различные схемы испытаний для контроля разных предельных состояний. Факторы, влияющие на выбор Конструкция конструкции. Схемы загрузки зависят от типа конструкции, количества пролётов, устройства опор, типа нагрузок (сосредоточенные, распределённые по площади или линии). Например: Для многопролётных неразрезных плит загружают интересующий пролёт и все остальные через один, что создаёт наиболее неблагоприятные условия работы конструкции. При испытании балок схемы зависят от конструкции перекрытия, количества пролётов и устройства опор. Для ферм применяют различные схемы загрузки в зависимости от их конструктивного исполнения и реального приложения нагрузки. Задачи испытаний. В зависимости от целей (заводские, приемочные, эксплуатационные, аварийные) и вида конструкции испытательная нагрузка может быть: - частью нормативной нагрузки; - расчётной временной нагрузкой; - больше расчётной (например, при приёмочных испытаниях с перегрузкой сосудов давления); - разрушающей (при заводских испытаниях серийно выпускаемой конструкции). Наличие загрузочных устройств. Схема распределения нагрузки и вид загрузочных устройств определяются тем, находится ли обследуемая конструкция в рабочем положении или испытывается в лаборатории, на заводе или на стройплощадке. Для создания нагрузок используют домкраты, лебёдки, тали, штучные грузы, сыпучие материалы, воду, пневматические подушки и другие средства.
11.	Схемы загрузки конструкции — это графические или аналитические представления распределения нагрузок, действующих на конструкцию, с указанием мест их приложения, величин и направлений. Они определяют, как нагрузки влияют на элементы сооружения, и служат основой для расчёта прочности, устойчивости и других параметров. Схемы могут различаться в зависимости от типа конструкции, вида нагрузок и условий её работы. Некоторые распространённые варианты: Для каркасных зданий и рам. На поперечную раму могут действовать: Постоянные нагрузки — собственный вес конструкций, покрытия, каркаса,

	навесных стен и т. п.. Временные (технологические) нагрузки — от мостовых кранов, подвесного транспорта, рабочих площадок и т. п.. Атмосферные нагрузки — снег, ветер, гололёд, температура, волна. Крановые нагрузки — при расчёте пролётов с учётом положения тележки с грузом. В рамной системе все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются поперечными или продольными рамами каркасов с жёсткими узлами. В связевом каркасе стержневые элементы (колонны и ригели) рассчитываются только на действие вертикальных нагрузок, а горизонтальная нагрузка передаётся на систему диафрагм и связей жёсткости. Для фундаментов. Все внешние нагрузки на фундамент могут быть приведены к одной из четырёх расчётных схем. Также выделяют: Центрально нагруженные — давление на грунт под подошвой фундамента определяется напрямую. Внецентренно нагруженные — учитываются краевые давления и моменты в двух направлениях. Для мостовых сооружений. Например, по ГОСТ 32960-2014 и СП 35.13330.2011 для автодорожных мостов предусмотрены такие схемы загрузки: Случай 1 — нагрузка АК. Полосы нагрузки АК размещаются в пределах проезжей части вдоль направления движения. Случай 2 — АК (стеснённый габарит). Две полосы АК размещаются по всей ширине ездого полотна, включая полосы безопасности, чтобы моделировать временное стеснение габарита. Случай 3 — нагрузка НК. Нагрузка НК располагается вдоль направления движения в пределах проезжей части (вне полос безопасности) при отсутствии других временных нагрузок. Общие принципы формирования схем загрузки При выборе схемы учитывают: - тип конструкции и её конструктивные особенности; - виды и величины нагрузок, их распределение во времени и пространстве; - нормативные документы (например, СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», ГОСТы, еврокоды); - необходимость учёта сочетаний нагрузок для определения наиболее неблагоприятных сценариев нагружения. Для расчёта часто используют специализированные программные комплексы, которые позволяют задавать нагрузки, формировать загрузки и анализировать их влияние на элементы конструкции.
12.	Распределение нагрузок при испытании плит — ключевой этап проверки их прочности, жёсткости и трещиностойкости. Основные принципы и методы регламентируются ГОСТ 8829-2018. Способы распределения нагрузок 1. Равномерно распределённая нагрузка с использованием штучных грузов. В качестве грузов могут применяться металлические или бетонные блоки, баки с водой, ящики с сыпучими материалами, а также пневматические

системы. При этом важно соблюдать определённые правила:
длина грузов в направлении пролёта не должна превышать $1/6$ пролёта;
нагружение проводят от опор к середине, симметрично относительно середины пролёта;
между штучными грузами по всей высоте рядов должны быть зазоры не менее 50 мм.

2. Эквивалентные нагрузки, создаваемые сосредоточенными силами. По согласованию с проектной организацией допускается заменять равномерно распределённую нагрузку эквивалентными сосредоточенными силами. Их создают с помощью системы рычагов и распределительных балок, которые передают нагрузку от домкратов или платформ с грузами.

3. Испытание сжатым воздухом. Плиты нагружают сжатым воздухом, накачиваемым в резиновые баллоны. При этом важно учитывать действительную площадь соприкосновения баллона с загружаемой поверхностью.

Последовательность и этапы нагружения

Последовательность нагружения должна соответствовать схемам, приведённым в стандартах или проектной документации на изделие. Если таких указаний нет, испытание проводят с учётом следующих требований: определяют расчётным путём или прямым взвешиванием нагрузку от собственного веса изделия;

нагрузку прикладывают поэтапно ступенями (долями), при этом каждая доля не должна превышать:

10% контрольной нагрузки при проверке прочности и трещиностойкости;

20% контрольной нагрузки при проверке жёсткости;

после приложения нагрузки, составляющей 90% контрольной по прочности или по образованию и ширине раскрытия трещин, каждая последующая доля должна составлять не более 5% этой нагрузки;

этапы нагружения назначают так, чтобы усилия в предполагаемом участке разрушения прирастали равными долями;

при испытании конструкций вертикальными и горизонтальными силами в заданном соотношении в начале испытания прикладывают горизонтальную силу, которая вместе с нагрузкой от собственного веса конструкции составляет требуемое соотношение.

Выдержка под нагрузкой

После приложения каждой доли нагрузки изделие выдерживают под нагрузкой не менее 10 минут. После достижения контрольной нагрузки при контроле жёсткости изделие выдерживают не менее 30 минут. Если в конструкции не допускаются трещины в стадии эксплуатации, после проверки образования трещин её также выдерживают под нагрузкой 30 минут, после чего продолжают поэтапное нагружение.

Во время выдержки под нагрузкой проводят осмотр поверхности изделия, фиксируют значение нагрузки, появившиеся трещины, результаты измерений прогиба, осадки опор, ширины раскрытия трещин и смещения арматуры относительно бетона на торцах изделия.

Контроль параметров

	При испытании контролируют показатели, необходимые для оценки прочности, жёсткости и трещиностойкости, а также характер разрушения (при доведении до разрушения), в том числе: значение нагрузок, вызывающих контролируемое предельное состояние; прогибы изделия (а в случаях, оговорённых в проектной документации, — углы поворота); ширину раскрытия трещин. Значения нагрузок в процессе испытаний фиксируют по показателям силоизмерителей гидравлических машин, давления масла в гидродомкратах или по усилию, развиваемому рычажной установкой от действия веса грузов. Результаты испытаний включают разрушающую нагрузку, характер разрушения, нагрузку образования трещин и их характер, прогиб при соответствующей контрольной нагрузке, ширину раскрытия трещин при соответствующей контрольной нагрузке, смещение концов арматуры в бетоне
13.	При испытании однопролётной балки распределение нагрузок должно соответствовать условиям её работы в эксплуатации и обеспечивать достижение контролируемых предельных состояний (прочности, жёсткости, трещиностойкости). Чаще всего используют схему однопролётной свободно опертой балки, загруженной равномерно распределённой нагрузкой по всему пролёту. Также возможно приложение сосредоточенной силы в центре пролёта. При нагружении штучными грузами их располагают в направлении от опор к середине пролёта, симметрично относительно его середины. При этом длина каждой группы грузов в направлении пролёта не должна превышать $1/6$ его длины, а между грузами по всей высоте рядов должны быть зазоры не менее 50 мм. Для передачи сосредоточенной нагрузки могут использоваться системы рычагов и распределительных балок, которые передают усилие от домкратов или платформ с грузами. При испытании сыпучими материалами их засыпают в ящики без дна, расположенные на балке. Вдоль пролёта устанавливают не менее двух ящиков, а между ними — зазоры не менее $0,1$ пролёта испытуемого изделия, но не менее 250 мм. Опираение и закрепление Однопролётную балку при испытании опирают на две шарнирные опоры, расположенные по концам конструкции. Одна из опор должна быть неподвижной, а другая — подвижной, допускающей перемещение балки вдоль её оси. Размещение опор при испытании должно соответствовать схеме опирания, принятой при расчёте конструкции. Контроль нагрузок и параметров испытания Значения нагрузок в процессе испытаний фиксируют с помощью: силоизмерителей гидравлических машин; давления масла в гидродомкратах;

	давления воздуха в пневматических установках; динамометров, устанавливаемых в месте приложения нагрузки или под одной из опор. Также допускается определять значения прикладываемой нагрузки по деформациям предварительно проградуированных распределительных траверс или отдельных элементов рычажных и пневматических установок. При испытании контролируют: значения нагрузок, вызывающих контролируемое предельное состояние; прогибы конструкции; ширину раскрытия трещин. Нагрузку прикладывают поэтапно. Каждая ступень не должна превышать 10% контрольной нагрузки по прочности и образованию трещин, а по жёсткости — 20%. После каждой ступени дают выдержку для затухания деформаций и производят отсчёты по приборам. Дополнительные требования Испытания проводят при положительной температуре воздуха. Рекомендуется использовать установки, обеспечивающие дистанционное нагружение конструкции и проведение измерений. Принимают меры по предотвращению обрушения испытываемой конструкции, загрузочных устройств и нагружающих материалов. Результаты испытаний фиксируют в протоколе, который должен содержать данные о дате проведения, характеристиках балки, контрольных и разрушающих нагрузках, прогибах, ширине раскрытия трещин и характере разрушения. Схема опирания и нагружения, а также порядок проведения испытаний должны соответствовать проектной документации или стандартам на конструкцию. При отсутствии таких указаний действуют общие требования.
14.	Техника безопасности при проведении обследований и испытаний зданий, сооружений и их конструкций регулируется нормативно-технической документацией, включая ВСН 48-86(р), Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н и другие документы. Основные требования направлены на предотвращение производственных травм, аварий и обеспечение безопасных условий труда. Общие требования К работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение по охране труда (вводный и первичный инструктаж на рабочем месте) и получившие допуск к самостоятельной работе. Работники обязаны: соблюдать правила внутреннего трудового распорядка и режим труда и отдыха; выполнять только порученную работу, для которой обучены безопасным приёмам выполнения; применять безопасные приёмы работы; уметь оказывать первую помощь пострадавшим. При любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, а также о

каждом несчастном случае на рабочем месте работник обязан немедленно извещать своего непосредственного руководителя.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ)

Работники должны быть обеспечены спецодеждой и спецобувью в соответствии с действующими нормами. Обязательно ношение защитных касок.

При работе на высоте или на крыше дополнительно требуются:

предохранительные пояса со страхующими канатами;

нескользящая обувь (при работе на крыше).

В зависимости от условий работы могут понадобиться:

защитные очки, респираторы, противогазы, кислородные изолирующие приборы, вентилируемые скафандры и другие средства защиты органов дыхания и зрения;

диэлектрические перчатки, галоши, коврики — при работе с электроинструментом;

резиновые сапоги — при работе в сырых или водонасыщенных грунтах;

марлевые повязки, халаты — при обследовании перекрытий, утеплённых минеральной ватой.

Организация работ

Перед началом работ ответственный за производство обязан:

показать исполнителям места обследования и безопасные пути перемещения;

обеспечить устройство прочных настилов, стремянок, проходов, а также достаточное освещение проходов и мест обследования.

Все опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности, предупредительными надписями и плакатами. Постоянно действующие опасные зоны должны быть ограждены защитными ограждениями.

Обследование зданий, планируемых к ремонту или находящихся в ремонте, следует выполнять только после предупреждения и согласования с техническим персоналом и исполнителями организации, которая будет выполнять ремонт.

Работы в колодце, коллекторе или других глубоких подземных коммуникациях разрешаются только по наряду-допуску. Такие работы должны выполняться бригадой не менее чем из трёх человек.

Запрещённые действия

При техническом обследовании зданий не допускается:

подниматься и спускаться по пожарным лестницам;

производить обследование конструкций и отбор проб материалов на высоте в помещениях недостроенных зданий, не имеющих лестниц, перекрытий, подмостей, настилов, стремянок и ограждений;

подниматься и спускаться по лестницам и стремянкам, не имеющим ограждений или проходящим около открытых проёмов в стенах;

подниматься и спускаться по обледенелым или заснеженным лестницам и стремянкам;

подниматься или спускаться по элементам каркаса недостроенного здания; высовываться в проёмы, вставать на подоконники при открытых проёмах,

	выходить на наружные пояски, карнизы, балконы без ограждений; сбрасывать с крыш, чердака или с этажей инструменты и материалы; вставать на поражённые гнилью строительные конструкции или ходить по ним; находиться в зоне погрузочно-разгрузочных работ; работать на крыше в одиночку; выходить на крышу во время грозы, в гололёд или при скорости ветра свыше 15 м/с; ходить по крыше здания с уклоном свыше 20° без предохранительного пояса и страхующего каната, прикрепленного к надёжной опоре; производить без защитных устройств обследовательские работы в местах, выше которых на одной вертикали выполняются строительные или ремонтные работы; находиться и работать без защитных средств в помещениях с вредными для здоровья условиями; самовольно открывать и спускаться в ёмкости, колодцы, смотровые канавы. Работа с электроинструментом Работу с электрифицированным инструментом и приборами необходимо проводить по правилам, изложенным в ГОСТ 12.1.013-78. Запрещено работать с электрифицированным инструментом с приставных лестниц. Работы должны производиться с лесов или подмостей, которые должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 м и бортовой доской высотой не менее 15 см. Электрифицированный инструмент при переноске на другое место и при перерывах в работе следует отключать от источника энергии. Подключение электроинструментов на объектах к электросети должно производиться только дежурным электромонтёром. Дополнительные требования Помещения котельных, топочные пространства, газоходы и боровы перед обследованием должны быть проветрены. Обследование деревянных перекрытий следует начинать с повсеместного осмотра снизу (со стороны потолков) и сбора сведений о их состоянии у жильцов, лиц технадзора и др.. При обследовании безнакатных перекрытий вставать на подшивку категорически запрещается, необходимо создать настил по балкам, опирающимся на несущие конструкции. Работодатель обязан обеспечить контроль за соблюдением требований охраны труда и проводить регулярные проверки состояния оборудования, инструментов и средств защиты. Конкретные требования могут различаться в зависимости от типа обследования, типа объекта и условий работы. Необходимо руководствоваться актуальной нормативно-технической документацией и внутренними инструкциями организации
15	Нагрузка при статических испытаниях — это механическое воздействие, которое прикладывается к объекту постепенно, без ударов и рывков, с плавным нарастанием или сохранением постоянной величины в течение

определённого времени. Такие испытания позволяют оценить прочность, жёсткость, трещиностойкость и другие характеристики материалов, конструкций или изделий.

Разновидности нагрузок при статических испытаниях

По характеру приложения и распределению:

Сосредоточенные. Действуют в одной точке или на очень ограниченной площади. Их создают с помощью подвешивания грузов, систем распределительных или натяжных устройств, гидравлических или винтовых домкратов.

Распределённые. Равномерно или неравномерно распределяются по площади или по линии элемента конструкции. Их реализуют с помощью сыпучих материалов, воды, воздуха, пневматических подушек, систем загрузения водой или воздухом.

По направлению воздействия:

на растяжение (разрыв);

на сжатие (сдавливание);

на изгиб (излом);

на кручение.

По величине в зависимости от задач испытаний и вида конструкции:

часть нормативной нагрузки (при уточнении расчётной модели несущего элемента);

полная временная нагрузка в одном из сочетаний (для проверки условий трещиностойкости конструкций I и II категорий);

сумма нормативной временной нагрузки и веса недостающих частей здания (при испытаниях в период возведения здания);

расчётная временная нагрузка (при приёмочных испытаниях уникальных конструкций);

больше расчётной (при приёмочных испытаниях с нагрузкой, превышающей проектную).

Способы создания нагрузок

Для создания нагрузок при испытаниях используют:

штучные грузы;

сыпучие материалы (песок, руда, металлические отливки, бетонные блоки);

ёмкости с водой;

пневматические подушки;

гидравлические и винтовые домкраты;

лебёдки, тали, полиспасты;

сжатый воздух.

В лабораторных условиях могут применяться стандартное прессовое оборудование и испытательные машины с жёстким или мягким нагружением (предпочтительный вариант — с мягким нагружением, где задаётся закон изменения силовой нагрузки).

Особенности проведения статических испытаний

Нагрузка должна прикладываться постепенно, чтобы можно было пренебречь влиянием сил инерции.

	При испытаниях с длительной выдержкой важно обеспечить стабильность нагрузки во времени. Схема загрузки должна обеспечивать возникновение в исследуемых элементах необходимых напряжений и деформаций, которые отражают реальную работу конструкции при наиболее невыгодных сочетаниях нагрузки. В процессе испытаний ведётся контроль за величиной нагрузки и деформациями с помощью датчиков, динамометров, манометров и других технических средств. Статические испытания широко применяются в материаловедении, строительстве, производстве для контроля качества материалов, оценки соответствия конструкций требованиям и определения их несущей способности
16	Статические испытания — это методы разрушающего контроля, при которых объект (материал, конструкция, оборудование) подвергается плавному, относительно медленному возрастанию нагрузки до момента его деформации или разрушения. Такие испытания позволяют определить несущую способность, жёсткость, трещиностойкость и другие характеристики объекта. Цели и задачи Определение несущей способности — нагрузки, при которой наступает потеря прочности или устойчивости объекта. Анализ жёсткости конструкции — оценка предельных перемещений, допустимых для нормальной эксплуатации. Установление трещиностойкости (преимущественно для бетонных и железобетонных конструкций) — определение нагрузки, при которой образуются трещины, допустимые по условиям эксплуатации. Проверка прочности, устойчивости и работоспособности элементов конструкции (например, металлоконструкций, опорных элементов, тормозных механизмов). Режимы проведения Нагрузка при статических испытаниях прикладывается равномерно, постепенно, чтобы можно было не учитывать силы инерции. В зависимости от типа объекта и задач могут использоваться разные виды нагрузок: Сосредоточенные — создаются с помощью домкратов, грузов, систем распределительных или натяжных устройств. Распределённые — создаются сыпучими материалами, водой, воздухом и т. д.. Величина нагрузки может варьироваться в зависимости от целей проверки и типа конструкции. Она может быть частью нормативной, полной временной, расчётной, превышающей расчётную или достигать разрушающего значения. Продолжительность выдержки под нагрузкой также зависит от типа объекта и материала. Например, для стальных конструкций контрольная нагрузка может выдерживаться 60–90 минут, а для деревянных и железобетонных — от 12 до 48 часов.

	Порядок проведения Подготовка. Проводится монтаж нагрузочных приспособлений, подготовка нагрузки, установка подмостей и ограждений, обеспечение дополнительного освещения (если это требуется), согласование перерывов в эксплуатации объекта и другие подготовительные работы. Разработка программы испытаний. В ней определяются цели, задачи, методики, типы, порядок и величины нагрузок, схемы и другие необходимые положения. Осмотр и освидетельствование объекта. Изучается техническая документация, выявляются дефекты, проводится контрольная проверка габаритов. Установка измерительных приборов. Составляется схема их расположения с указанием типа и характеристик. Приборы должны обеспечивать стабильные показания с наименьшими погрешностями. Предварительное загрузеие. На этом этапе проверяют готовность всех подготовленных приспособлений, надёжность крепления и правильность показаний приборов. Постепенное нагружение. Нагрузка увеличивается поэтапно. Например, пробная нагрузка может составлять не более 30% от программной, затем следует поэтапная разгрузка, после полной разгрузки нагрузка постепенно увеличивается до заданных значений. После каждого этапа наращивания веса делается перерыв для затухания деформаций. Визуальный контроль и фиксация данных. Во время и после испытаний проводится осмотр объекта, записываются показания приборов. Анализ полученных данных и оформление результатов. Результаты анализируются для оценки состояния и работы конструкции, разрабатываются мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации. Важно строго соблюдать правила техники безопасности, так как испытания могут быть связаны с рисками обрушения конструкций или других опасных воздействий. Нормативные документы регламентируют проведение статических испытаний в зависимости от типа объекта, материала и условий испытаний. Например, для кранов действуют ТР ТС 010/2011, ПБ 10-382-00, ГОСТ 25546 и другие стандарты. Для строительных конструкций — программы испытаний, разработанные с учётом проектной документации и нормативных требований. При проведении статических испытаний необходимо строго следовать разработанной программе и учитывать особенности конкретного объекта и условия его эксплуатации.
17	Статические испытания — это нагружение объекта (материала, конструкции, элемента) статической (медленно прикладываемой и удерживаемой) нагрузкой с фиксацией деформаций, напряжений, перемещений и момента разрушения. Обработка и анализ их результатов нужны, чтобы получить количественные характеристики прочности, жёсткости, надёжности и сделать выводы о пригодности объекта к эксплуатации.

	Этапы обработки результатов Первичная обработка и очистка данных. Исключают явные ошибки измерений, проверяют согласованность показаний разных датчиков (тензодатчиков, экстензометров, датчиков силы и перемещений). Если есть дублирующие каналы, оценивают их сходимость. Приведение к единым единицам и расчёт производных величин. Например, из показаний тензодатчика получают относительную деформацию ϵ, из нагрузки F и площади сечения A — нормальное напряжение $\sigma = F/A$. Для образцов сложной формы используют соответствующие формулы для напряжений и деформаций. Построение диаграмм «нагрузка — перемещение» или «напряжение — деформация». Проверка на выбросы. Используют статистические критерии (например, критерий Граббса, правило трёх сигм), чтобы обоснованно исключить аномальные результаты, вызванные дефектом образца или сбоем оборудования. Методы анализа результатов Сравнительный анализ с нормативами. Полученные значения сравнивают с требованиями стандартов (ГОСТ, СП, ТУ) и допусками. Анализ причин разброса. Если коэффициент вариации высокий, ищут причины: неоднородность материала, погрешности изготовления образцов, нестабильность условий испытаний. Корреляционный и регрессионный анализ. Если есть несколько факторов (температура, влажность, скорость нагружения), строят зависимости характеристик от этих факторов. Оценка надёжности и запаса прочности. На основе средних значений и разброса определяют расчётные значения характеристик, вводят коэффициенты запаса по нагрузке, материалу и условиям работы. Для грунтов и некоторых строительных материалов действуют специальные стандарты статистической обработки — например, ГОСТ 20522 для грунтов, где регламентированы методы расчёта нормативных и расчётных значений характеристик. Практические инструменты Табличные процессоры (Excel, LibreOffice Calc). Подходят для простых расчётов, построения графиков, базовой статистики. Специализированные пакеты (Statistica, Minitab). Удобны для проверки гипотез, анализа выбросов, планирования экспериментов. Языки программирования (Python, R). Позволяют автоматизировать обработку больших массивов данных, строить сложные модели и визуализацию. ПО испытательных машин. Часто само формирует первичные отчёты, диаграммы и базовые характеристики.
--	--

18	Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности. В строительстве измерения используются на всех этапах — от производства материалов до возведения зданий и сооружений. Стандартизация опирается на метрологию, которая обеспечивает правильность, достоверность, требуемую точность и сопоставимость результатов испытаний материалов и изделий. Основные понятия, связанные с поверкой средств измерений Поверка средств измерений — совокупность действий, производимых с целью оценки погрешности средств измерений и установления их пригодности к применению. Если поверяемые средства измерений предназначены для применения с учётом поправок к их показаниям, то при поверке определяются значения погрешностей. Если же они предназначены для применения без введения поправок (например, весы в торговле), то при поверке выясняют, не превышают ли их погрешности допустимых значений. Сличение мер или измерительных приборов — разновидность поверки, при выполнении которой проводится прямое сравнение двух мер или показаний двух измерительных приборов. В большинстве случаев сличение — это сравнение эталонных средств разных разрядов или рабочего средства с эталонным для определения погрешности. Эталон единицы физической величины — средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и хранения единицы данной величины. Назначение эталона — передача её размера стоящим ниже по поверочной схеме средствам измерений в общегосударственном или международном масштабе. Первичный эталон воспроизводит единицу физической величины с наивысшей точностью. Рабочие эталоны применяются для передачи размера единицы физической величины от первичного или вторичного эталона рабочим средствам измерений, используемым в хозяйственной деятельности, то есть для выполнения поверочных работ. Поверочные схемы — нормативные документы, которые определяют перечень используемых эталонных измерительных средств, их соподчинение и методы передачи размера единицы физической величины при проведении поверочных работ. Виды поверки: Первичная — выполняется при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средств измерений из-за границы партиями, при продаже. Периодическая — поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени. Внеочередная — поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки. Инспекционная — поверка, проводимая органом государственной метрологической службы при проведении государственного надзора за состоянием и применением средств измерений.
----	---

	Калибровка средств измерений — совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений, и соответствующим значением, определённым с помощью эталона, в целях определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений. Калибровке подвергают средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, и она осуществляется на добровольной основе. Юстировка средства измерения — совокупность операций по приведению его в рабочее состояние, обеспечивающее точность, корректность и надёжность действия. При юстировке осуществляются проверка и наладка измерительного либо оптического устройства, подразумевающие достижение верного взаиморасположения частей устройства и правильного их взаимодействия. Метрологическое обеспечение — установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Единство измерений — состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Метрологические характеристики средств измерений — физическая величина измерений, погрешность её измерения, диапазон измерений физической величины, чувствительность, класс точности, цена деления шкалы и др.. Поверитель — сотрудник метрологической службы, осуществляющий поверку. Он должен быть аттестован в качестве поверителя. Результаты поверки оформляются протоколами, в которых регистрируют фактические значения метрологических характеристик с указанием погрешностей измерений, выводы о соответствии метрологических характеристик. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных — извещение о непригодности. Поверка средств измерений Если вам требуется поверка средств измерений, стоит обратиться к специалистам с более чем 15-летним опытом работы в этой области. Они проведут все необходимые процедуры в соответствии с ФЗ РФ № 102 «Об обеспечении единства измерений». Вы получите качественный сервис и бонусы.
19	Метрологические характеристики средств измерений (СИ) — это параметры, которые определяют возможность практического получения результатов измерений и их погрешность. Они влияют на то, насколько полученное значение будет соответствовать истинному значению измеряемой величины и насколько стабильно устройство может выполнять свои функции. Погрешность измерения — это отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины. Поскольку истинное значение определить невозможно, в практике оперируют понятием

	действительного значения, которое определяют по образцовым мерам и приборам с пренебрежимо малыми погрешностями. Основные метрологические характеристики СИ К ключевым метрологическим характеристикам относят: Диапазон измерений — интервал значений величины, в котором прибор обеспечивает нормированную погрешность. Цена деления шкалы — разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Чувствительность измерительного прибора — отношение изменения его сигнала на выходе к сигналу на входе. Статическая характеристика преобразования (функция преобразования, градуировочная характеристика) — устанавливает зависимость информативного параметра выходного сигнала измерительного преобразователя от информативного параметра входного сигнала. Вариация (нестабильность) показаний прибора — алгебраическая разность между наибольшим и наименьшим результатами при многократном измерении одной и той же величины в неизменных условиях. Стабильность СИ — свойство, выражающее неизменность его показаний во времени. Функции влияния — описывают воздействие внешних воздействий и неинформативных параметров сигналов на результаты измерения. Динамические характеристики — описывают инерционность измерительных устройств, функциональные зависимости выходных сигналов от временных изменений физических величин. Нормируемые метрологические характеристики — это параметры, которые устанавливаются нормативными документами (техническими условиями, ГОСТами и т. д.). Действительные характеристики определяются экспериментально. Классификация погрешностей измерений Погрешности можно классифицировать по разным признакам: По форме представления: Абсолютная погрешность — разность между показанием СИ и действительным значением измеряемой величины, выраженная в единицах измеряемой величины. Относительная погрешность — отношение абсолютной погрешности к действительному (или измеренному) значению измеряемой величины, выражается в долях или процентах. Приведённая погрешность — отношение абсолютной погрешности к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всём диапазоне измерений или в его части. По характеру проявления: Систематические — составляющие погрешности, которые остаются постоянными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же физической величины. Случайные — составляющие, которые изменяются случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.
--	---

	Грубые (промахи) — погрешности, возникшие вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры (например, при неправильном отсчёте по шкале прибора). По причине возникновения: Инструментальные (приборные) — обусловлены несовершенством самого средства измерения. Методические — связаны с несовершенством метода измерений или упрощениями при измерениях. Субъективные (операторные) — обусловлены индивидуальными особенностями оператора (внимательностью, сосредоточенностью, уровнем подготовки и т. п.). По характеру измерения физической величины: Статические — возникают при измерении постоянных величин после завершения переходных процессов в элементах приборов и преобразователей. Динамические — появляются при измерении переменных величин и обусловлены инерционными свойствами средств измерений. По условиям проведения измерений: Основная погрешность — погрешность СИ в нормальных условиях эксплуатации (температура, влажность, давление, напряжение питания и др.). Дополнительная погрешность — возникает при отклонении каких-либо влияющих величин от их нормальных значений.
20	Обследование строительных конструкций, как правило, проводится в три взаимосвязанных этапа: Подготовительные работы. Цель: ознакомиться с объектом, его объёмно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий. Что включает: сбор и анализ проектно-технической и эксплуатационной документации (инвентаризационные поэтажные планы, технический паспорт, акты осмотров, ведомости дефектов, данные о ремонтах, перепланировках, реконструкциях); изучение материалов предыдущих обследований; ознакомление с данными о грунтовых условиях площадки; решение вопросов обеспечения доступа к конструкциям; составление программы работ на основе технического задания (при необходимости). В программе указывают цели и задачи обследования, перечень подлежащих обследованию конструкций и их элементов, места и методы инструментальных измерений и испытаний, места вскрытий и отбора проб материалов, перечень необходимых поверочных расчётов и т. д.. Результаты: согласованное с заказчиком техническое задание, согласованный протокол о порядке доступа к конструкциям (при необходимости), другие материалы в зависимости от вида обследования.

Предварительное (визуальное) обследование.

Цель: предварительная оценка технического состояния конструкций по внешним признакам, определение необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнение программы работ.

Что включает:

сплошное визуальное обследование конструкций с применением измерительных инструментов (бинокли, фотоаппараты, рулетки, штангенциркули, щупы и пр.);

выявление и фиксация видимых дефектов и повреждений (трещины, коррозия арматуры, деформации, протечки и др.);

контрольные обмеры, описания, зарисовки, фотографии дефектных участков;

составление схем и ведомостей дефектов с фиксацией их мест и характера; проверка характерных деформаций (прогибы, крены, неравномерные осадки и пр.);

установление наличия аварийных участков (при их обнаружении);

уточнение конструктивной схемы здания, выявление несущих конструкций по этажам и их расположения.

Для фиксации дефектов и предварительного определения общих деформаций допускается применение фотограмметрических методов (например, с построением ортофотопланов) и технологии лазерного сканирования.

Результаты: схемы и ведомости дефектов, результаты проверки деформаций, уточнённая конструктивная схема здания, предварительная оценка технического состояния конструкций, отчёт по результатам предварительного обследования (если детальное обследование не требуется или предусмотрено только им).

Детальное (инструментальное) обследование.

Проводится при необходимости, если результатов визуального обследования недостаточно для решения поставленных задач.

В рамках этого этапа могут выполняться:

обмерные работы — уточнение фактических геометрических параметров конструкций, их элементов и узлов, в том числе с применением геодезических приборов;

инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;

определение фактических прочностных характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов (включая отбор образцов для лабораторных исследований);

измерение параметров эксплуатационной среды (температурно-влажностного режима, агрессивности среды и т. д.);

определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых конструкциями, с учётом влияния деформаций грунтового основания;

определение реальной расчётной схемы здания и его отдельных конструкций;

расчёт несущей способности конструкций;

	анализ причин появления дефектов и повреждений. Методы инструментального обследования могут быть неразрушающими (ультразвук, тепловизионная съёмка, георадиолокация и др.) или разрушающими (вскрытие конструкций, отбор образцов для испытаний). Детальное обследование может быть сплошным или выборочным в зависимости от поставленных задач, наличия и полноты документации, характера и степени дефектов. Сплошное обследование проводят, например, при отсутствии проектной документации, обнаружении дефектов, снижающих несущую способность конструкций, реконструкции с увеличением нагрузок и в других случаях. По результатам обследования составляется итоговый документ — акт, заключение, технический расчёт с выводами и рекомендациями по дальнейшим действиям (восстановление, усиление или ограничение эксплуатации объекта). Объём работ на каждом этапе определяют в техническом задании и при необходимости утверждают в программе работ
--	--

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по схеме оценивания от 0 % до 100 %

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) <i>оценивается по шкале 51 % - 65 % правильных ответов как оценка «удовлетворительно»</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 12 - 14 тестовых вопросов и заданий.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порогового уровня) <i>оценивается по шкале 66 % - 85 % правильных ответов как оценка «хорошо»</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 15 - 17 тестовых вопросов и заданий.
Повышенный превосходный уровень (относительно порогового уровня) <i>оценивается по шкале 86 % - 100 % правильных ответов как оценка «отлично»</i>	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 тестовых вопросов и заданий.

ДИСЦИПЛИНА «КОНСТРУКЦИОННЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Конструкционные металлы и сплавы»

- 1.** Тип межатомной связи, характеризующийся обобществлением валентных электронов в объёме всего кристалла и обеспечивающий высокую пластичность и электропроводность:

 - А) Ковалентная;
 - Б) Ионная;
 - В) Металлическая;
 - Г) Молекулярная.
- 2.** Фаза в системе железо-углерод, представляющая собой твёрдый раствор внедрения углерода в γ -железе с ГЦК решёткой и максимальной растворимостью углерода до 2,14%:

 - А) Феррит;
 - Б) Аустенит;
 - В) Цементит;
 - Г) Перлит.
- 3.** Температура эвтектоидного превращения (распада аустенита на перлит) на диаграмме Fe–Fe₃C составляет:

 - А) 911 °C;
 - Б) 727 °C;
 - В) 1147 °C;
 - Г) 1539 °C.
- 4.** Какая вредная примесь в стали образует легкоплавкую эвтектику FeS и вызывает красноломкость при горячей обработке?

 - А) Фосфор;
 - Б) Сера;
 - В) Азот;
 - Г) Водород.
- 5.** Маркировка серого чугуна с пластинчатой формой графита обозначается буквами:

 - А) ВЧ;
 - Б) КЧ;
 - В) СЧ;
 - Г) ЧВГ.
- 6.** Сплав меди с цинком, широко применяемый для изготовления арматуры, трубок и деталей глубокой вытяжки:

 - А) Бронза;
 - Б) Латунь;
 - В) Мельхиор;
 - Г) Нейзильбер.

7. Алюминиевый сплав системы Al–Cu–Mg, упрочняемый термической обработкой (закалкой и естественным старением):

- А) Силумин;
- Б) Дуралюмин;
- В) АМц;
- Г) АМг.

8. Метод определения твёрдости, основанный на вдавливании алмазного конуса с углом при вершине 120° или стального шарика:

- А) По Бринеллю;
- Б) По Виккерсу;
- В) По Роквеллу;
- Г) По Шору.

9. Структура, представляющая собой механическую смесь пластинчатого феррита и цементита, образующаяся при эвтектоидном распаде аустенита:

- А) Ледебурит;
- Б) Сорбит;
- В) Перлит;
- Г) Мартенсит.

10. Графит в ковких чугунах имеет хлопьевидную форму и образуется в результате:

- А) Модифицирования жидкого чугуна магнием;
- Б) Длительного отжига белого доэвтектического чугуна;
- В) Быстрого охлаждения отливки в кокиле;
- Г) Введения в расплав редкоземельных металлов.

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Конструкционные металлы и сплавы»

11. Поясните физический смысл твёрдости по Бринеллю. В каких случаях данный метод не рекомендуется применять и почему?

12. В чём принципиальное отличие твёрдых растворов замещения от твёрдых растворов внедрения? Приведите примеры легирующих элементов для каждого типа.

13. Опишите основные фазы в сплавах железа с углеродом (феррит, аустенит, цементит, перлит, ледебурит) и их характерные свойства.

14. Как углерод и постоянные примеси (марганец, кремний, фосфор, сера) влияют на механические и технологические свойства углеродистой стали?

15. Расшифруйте маркировку следующих сталей: Ст3сп, 45, 20ХН3А, С345К. Что означают цифры и буквы в каждой марке?

16. Чем серые чугуны отличаются от высокопрочных по форме графита, механическим свойствам и способу получения?

17. Опишите технологию получения ковкого чугуна. Каковы его преимущества перед серым чугуном и где он применяется?

18. В чём особенность маркировки деформируемых и литейных латуней? Приведите примеры расшифровки марок Л68 и ЛЦ40Мц3А1.
19. Какие бронзы обладают наивысшими упругими свойствами и сопротивлением усталости? Где они находят основное применение?
20. Объясните механизм термического упрочнения дуралюминов. Какую роль играет естественное старение?
21. Что такое порог хладноломкости? Как его определяют экспериментально и почему он важен для эксплуатации конструкций в холодных климатических зонах?
22. Как форма и размеры графитных включений влияют на прочность и пластичность чугунов при растяжении и сжатии?
23. Опишите методику испытания на усталость. Что такое предел выносливости и от каких факторов он зависит?
24. В чём разница между эвтектикой и эвтектоидом на диаграмме Fe–Fe₃C? Укажите их температуры, состав и структурные составляющие.
25. Какие легирующие элементы вводят в строительные стали для повышения их атмосферостойкости? Как работает защитный слой на поверхности таких сталей?
26. Опишите классификацию алюминиевых сплавов по способности к упрочнению термической обработкой. Приведите примеры марок каждой группы.
27. Что такое силумины? Каковы их основные литейные преимущества и области применения в технике?
28. Как изменяются предел текучести, временное сопротивление и пластичность малоуглеродистой стали при понижении температуры до отрицательных значений?
29. Поясните назначение и принцип работы маятникового копра при определении ударной вязкости. Как по результатам серии испытаний строят температурную кривую хладноломкости?
30. Почему бериллиевые бронзы подвергают закалке с последующим старением? Какие свойства они приобретают после такой обработки и где применяются?

Ключи к вопросам и баллы за правильный ответ

Вопрос	Ответ
1.	В
2.	Б
3.	Б
4.	Б
5.	В
6.	Б
7.	Б
8.	В
9.	В
10.	Б
11.	Твёрдость по Бринеллю (НВ) определяется вдавливанием стального закалённого шарика (d=10, 5 или 2,5 мм) под нагрузкой 5–30 кН. Число твёрдости вычисляют по диаметру отпечатка или находят по таблицам. Метод не применяют для сталей твёрдостью >НВ450, цветных металлов >200НВ и тонких материалов, так как шарик деформируется или

	проваливает образец.
12.	В растворах замещения атомы легирующего элемента занимают узлы решётки растворителя (пример: Cr, Ni, Mn в Fe). В растворах внедрения мелкие атомы (C, N, H, B) располагаются в межатомных промежутках решётки, вызывая её искажение. Концентрация растворов внедрения обычно $\leq 2-2,5\%$.
13.	Феррит (α -Fe+C) – мягкая, пластичная фаза с ОЦК решёткой, растворимость C до 0,02%. Аустенит (γ -Fe+C) – пластичнее феррита, прочнее, ГЦК решётка, растворимость C до 2,14%. Цементит (Fe_3C) – хрупкое хим. соединение, 6,67% C, твёрдость до 1000 НВ. Перлит – эвтектоидная смесь феррита+цементита (0,8% C). Ледебурит – эвтектика аустенит+цементит (4,3% C), очень твёрдый и хрупкий.
14.	Углерод повышает прочность и твёрдость, но снижает пластичность и свариваемость. Марганец раскисляет, нейтрализует серу, повышает прочность. Кремний раскисляет, повышает упругость. Фосфор повышает хладноломкость (вреден). Сера вызывает красноломкость (вредна), но улучшает обрабатываемость резанием.
15.	Ст3сп – углеродистая сталь обыкновенного качества, №3 (~0,21% C), спокойная. 45 – качественная сталь, ~0,45% C. 20ХН3А – легированная, ~0,20% C, 1% Cr, 3% Ni, высококачественная (А). С345К – строительная, $\sigma_{\text{т}} \geq 345$ МПа, вариант хим. состава (К).
16.	В серых чугунах графит пластинчатый, сильно ослабляет основу, низкая прочность на растяжение, хорошая обрабатываемость и демпфирующая способность. В высокопрочных графит шаровидный (модифицирование Mg), меньше концентрирует напряжения, выше прочность и пластичность, заменяют сталь в ответственных деталях.
17.	Получают длительным отжигом (до 150 ч) тонкостенных отливок из белого чугуна. Цементит распадается, образуется хлопьевидный графит (углерод отжига). Преимущество: выше прочность и пластичность, чем у серого чугуна. Применяют в деталях, работающих при ударных и знакопеременных нагрузках (арматура, фитинги, детали машин).
18.	Деформируемые латуни: буква Л, затем % меди. Л68 – 68% Cu, остальное Zn. Литейные: ЛЦ... – % цинка, затем легирующие элементы. ЛЦ40Мц3А1 – 40% Zn, 3% Mn, 1% Al. Литейные маркируют по содержанию цинка, деформируемые – по меди.
19.	Бериллиевые бронзы (БрБ2, БрБНТ1,7) и кремнистые бронзы. После закалки и старения приобретают $\sigma_{\text{в}}$ до 1250 МПа, высокую упругость, износостойкость, коррозионную стойкость. Применяют для пружин, мембран, контактов, подшипников, работающих при высоких скоростях и нагрузках.
20.	Дуралюмины (Д1, Д16) закалывают с ~500 °С на пересыщенный твёрдый раствор, затем выдерживают при комнатной температуре (естественное старение 4–6 сут.). Выделяются дисперсные фазы CuAl_2 , упрочняющие сплав. Старение повышает $\sigma_{\text{в}}$ в 2–2,5 раза, но снижает пластичность.
21.	Порог хладноломкости – температура, при которой ударная вязкость падает до 30 Дж/см ² , и происходит переход от вязкого к хрупкому

	разрушению. Определяют серией испытаний на маятниковом копре при понижающихся температурах. Важен для выбора марок сталей, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера.
22.	Пластинчатый графит действует как внутренние надрезы, резко снижая прочность на растяжение и пластичность. При сжатии влияние слабее. Шаровидный и хлопьевидный графит меньше искажают силовые линии, поэтому высокопрочные и ковкие чугуны прочнее и пластичнее. Чем мельче и разобшённое включения, тем лучше свойства.
23.	Испытание на усталость: циклическое нагружение образца с постепенным снижением напряжения до разрушения. Предел выносливости – максимальное напряжение, выдерживаемое без разрушения при заданном числе циклов (для стали $N_6=10^7$). Зависит от состояния поверхности, чистоты металла, концентрации напряжений, структуры, наклёпа.
24.	Эвтектика ($L \rightarrow \gamma + Fe_3C$) образуется из жидкой фазы при $1147^\circ C$ и 4,3% С (ледебурит). Эвтектоид ($\gamma \rightarrow \Phi + Fe_3C$) образуется из твёрдой фазы при $727^\circ C$ и 0,8% С (перлит). Эвтектика – признак чугунов, эвтектоид присутствует и в сталях, и в чугунах.
25.	Медь (0,15–0,30%), фосфор, никель, хром, кремний. Они модифицируют слой ржавчины, делая его плотным, прочным и хорошо сцепленным с основой. Защитный слой формируется за 1,5–3 года, после чего коррозия практически прекращается (атмосферостойкие стали марки Д).
26	Термически неупрочняемые (АМц, АМг) – упрочняются только холодной деформацией (нагартовкой). Термически упрочняемые (Д16, АК, В95, 1915) – упрочняются закалкой + искусственным/естественным старением. Литейные (АК7ч, АК8М) – силумины, упрочняются модифицированием и термообработкой.
27	Силумины – литейные сплавы Al–Si (АК7ч, АК9ч). Преимущества: высокая жидкотекучесть, малая усадка, отсутствие горячих трещин, хорошая герметичность отливок. Применяют для картеров, головок цилиндров, корпусов компрессоров, деталей сложной формы.
28	При понижении температуры σ_T и σ_B повышаются и сближаются, модуль упругости растёт. Пластичность и ударная вязкость резко падают, повышается склонность к хрупкому разрушению. При $\sim 300^\circ C$ σ_B временно растёт, выше $400\text{--}500^\circ C$ свойства резко снижаются.
29	маятниковый копр разрушает стандартный образец с надрезом ударом падающего маятника. Измеряют работу разрушения К, делят на площадь сечения – получают ударную вязкость (Дж/см ²). Проводят серию испытаний при разных температурах, строят график: температура, при которой вязкость равна 30 Дж/см ² , считается порогом хладноломкости.
30	Закалка с $770\text{--}780^\circ C$ фиксирует пересыщенный твёрдый раствор, старение при $300\text{--}350^\circ C$ выделяет дисперсные частицы CuBe. Свойства после обработки: σ_B до 1250 МПа, высокая твёрдость, упругость, износостойкость, коррозионная стойкость. Применяют в точных приборах, пружинах, подшипниках, деталях, работающих при высоких скоростях и температурах до $340^\circ C$.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по схеме оценивания от 0% до 100% .

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – <i>оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 15 – 22 вопроса.
Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – <i>оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 23 - 26 вопроса.
Повышенный превосходный уровень (относительно порового уровня) – <i>93-100 баллов (оценка «отлично»)</i>	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 27 - 30 вопроса.

ДИСЦИПЛИНА «ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Тестовые вопросы по дисциплине «Геотехника, основания и фундаменты зданий и сооружений»

1. Что такое основание?

- а) Область грунтов, находящаяся непосредственно под подошвой фундамента
- б) Рыхлые горные породы, состоящие из отдельных минеральных частиц
- в) Прочные слои грунта
- г) Напластование грунтов, воспринимающие нагрузку от сооружения

2. Каким документом регламентируется проектирование оснований и фундаментов?

- а) СП 22.13330.2016 (актуализированная версия СНиП 2.02.01-83)
- б) СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»
- в) СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»
- г) ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация»

3. Что характеризует коэффициент пористости грунта (e)?

- а) Отношение массы воды к массе твердых частиц
- б) Отношение объема пор к объему твердых частиц
- в) Отношение объема твердых частиц к объему пор
- г) Плотность сложения минеральных частиц

4. Какой параметр характеризует число пластичности глинистого грунта (J_p)?

- а) Разность между влажностью на границе текучести и влажностью на границе раскатывания
- б) Отношение веса воды к весу твердых частиц
- в) Отношение объема пор к общему объему грунта
- г) Предел прочности при одноосном сжатии

5. Какие фазы напряженного состояния грунта выделяют при нагружении?

- а) Фаза уплотнения, фаза сдвигов, фаза разрушения
- б) Фаза эластичности, фаза текучести, фаза затвердевания
- в) Фаза сжатия, фаза расширения, фаза стабилизации
- г) Фаза консолидации, фаза фильтрации, фаза релаксации

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Геотехника, основания и фундаменты зданий и сооружений»

- 6. Какие основные нормативные документы (СНиП, СП) регламентируют проектирование оснований и фундаментов?
- 7. Перечислите основные физические характеристики грунтов, определяемые опытным путем (плотность грунта, плотность твердых частиц, весовая влажность).
- 8. Опишите классификацию твердых частиц грунта по размерам (галечные, гравелистые, песчаные, пылеватые, глинистые).
- 9. Сформулируйте закон Дарси для фильтрации воды в грунтах и объясните физический смысл коэффициента фильтрации K_f .
- 10. Что такое начальный гидравлический градиент и для каких грунтов он характерен?
- 11. Какие фазы напряженного состояния грунта выделяют при нагружении основания? Охарактеризуйте каждую фазу.
- 12. Какие грунты подвержены морозному пучению и почему?
- 13. Что такое нормальные и касательные силы пучения?
- 14. Какие факторы влияют на выбор глубины заложения фундаментов (инженерно-геологические, климатические, конструктивные)?
- 15. Какие существуют виды свай по характеру статической работы (свай-стойки и висячие свай)? Чем отличается их работа в грунте?
- 16. Что такое коэффициент водонасыщения грунта (степень влажности G) и как классифицируются песчаные грунты по его значению?
- 17. Как определяются вертикальные напряжения в массиве грунта от действия сосредоточенной силы (задача Буссинеско)? Что такое коэффициент K ?
- 18. На какой глубине ограничивается активная зона сжатия при расчете осадок по СНиП?
- 19. Как определяется расчетная глубина сезонного промерзания грунта d_f ?
- 20. Что такое нормативная глубина промерзания d_{fn} ?

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Проектирование железобетонных и каменных сооружений»

№ вопроса	Ответы
1	г
2	а
3	а
4	б
5	б
6	Основным нормативным документом является «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» и СНиП 2.02.01-83* (актуализированный как СП 22.13330.2016).
7	К физическим характеристикам, определяемым опытным путем, относятся: плотность грунта $\rho = (m_1 + m_2)/(V_1 + V_2)$ (т/м³), плотность твердых частиц $\rho_s = m_1/V_1$ (т/м³), весовая влажность $W = m_2/m_1$ (%).
8	Классификация твердых частиц по шкале Сабанина: галечные (щебень) >10(20) мм, гравелистые 2÷10(20) мм, песчаные 0,05÷2 мм, пылеватые 0,005÷0,05 мм, глинистые <0,005 мм.
9	Закон Дарси: $q = K_f \cdot I$, где q — скорость фильтрации (см/с, м/сут), K_f — коэффициент фильтрации (скорость фильтрации при гидравлическом градиенте $I=1$), $I = (H - H_1)/L$ — гидравлический градиент.
10	Начальный гидравлический градиент I_n — это минимальное значение градиента, при котором начинается фильтрация воды в грунте; характерен для глинистых грунтов, в которых при $I < I_n$ фильтрация отсутствует и осадка не развивается.
11	I фаза — фаза уплотнения (линейная зависимость S от P , работа грунта в упругой стадии); II фаза — фаза сдвигов (развитие пластических деформаций, появление зон сдвигов под краями фундамента); III фаза — фаза разрушения (выпор грунта из-под подошвы, потеря устойчивости).
12	Пучению подвержены пылеватые пески, суглинки и глины мягкопластичной и текучей консистенции.
13	Нормальные силы пучения σ действуют вертикально под подошвой фундамента (до 8 кг/см²), касательные силы τ — по боковой поверхности (2-3 кг/см²).
14	Инженерно-геологические условия (тип и состояние грунтов, глубина залегания прочных слоев, уровень грунтовых вод); климатические особенности (глубина промерзания, пучинистые свойства); конструктивные особенности здания (наличие подвала, глубина заложения соседних фундаментов, нагрузки).
15	Сваи-стойки опираются острием на скальный или малосжимаемый грунт и передают нагрузку преимущественно через острие; висячие сваи (сваи трения) передают нагрузку за счет сил трения по боковой поверхности и сопротивления грунта под острием, не достигая прочного грунта.
16	Коэффициент водонасыщения $G = W \cdot \rho_s / (e \cdot \rho_w)$; по G песчаные грунты делятся на маловлажные ($G \leq 0,5$), влажные ($0,5 < G \leq 0,8$) и насыщенные водой ($0,8 < G \leq 1$).

17	$\sigma_z = K \cdot P / z^2$, где P — сосредоточенная сила, z — глубина, $K = f(r/z)$ — табличный коэффициент, определяемый по отношению расстояния от точки приложения силы к глубине.
18	Активная зона сжатия ограничивается глубиной, на которой дополнительное вертикальное напряжение σ_{zp} составляет не более 0,2 природного давления σ_{zq} (при $E_0 \geq 5$ МПа) или 0,1 σ_{zq} (при $E_0 < 5$ МПа); ниже этой глубины грунт считается практически несжимаемым.
19	$df = kh \cdot dfn$, где kh — коэффициент влияния теплового режима здания (0,4-1,1), dfn — нормативная глубина промерзания
20	$dfn = d_0 \sqrt{ \Sigma Mt }$, где d_0 — коэффициент, зависящий от типа грунта (0,23 — для глин, 0,28 — для супесей, 0,30 — для песков).

ДИСЦИПЛИНА «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ»

Вопросы с открытым вариантом ответа по дисциплине «Производственная практика: преддипломная практика»

1. Оцените значимость преддипломной практики.
2. Задачи преддипломной практики:
3. Главная цель преддипломной практики
4. Замысел исследования – это...
5. Что является итогом преддипломной практики?
6. что содержит в себе Реферат ?
7. Социальное взаимодействие – это... ?
8. Могут ли быть рецензентами преподаватели выпускающей кафедры?
9. Как следует нумеровать формулы в дипломной работе?
10. Как называется контроль со стороны авторов проекта за соответствием строящегося объекта проектно-сметной документации?
11. Какой формат бумаги должен использоваться для оформления дипломной работы?
12. Что включает в себя итоговая государственная аттестация по образовательной программе бакалавриата?
13. Какие дисциплины, предусматриваемые учебным планом высшего учебного заведения, не являются обязательными для изучения студентом?
14. Что происходит в случае получения студентом оценки «неудовлетворительно» на защите ВКР
15. Перечислите основные отличительные признаки научного исследования

Тестовые вопросы по дисциплине «Производственная практика (преддипломная)»

16. Основные требования к ВКР излагаются:
 - а) в техническом задании
 - б) во введении к ВКР

- в) в 1 главе ВКР
- г) в заключении

17. В случае неявки студента на защиту ВКР по уважительной причине

- а) Студент проходит процедуру защиты в течении 6 месяцев со дня проведения ГИА
- б) Студент проходит процедуру защиты в течении 1 года со дня проведения ГИА
- в) Студент отчисляется из учебного заведения;
- г) Студент проходит процедуру защиты в течении 2 лет со дня проведения ГИА

18. Отличительными признаками научного исследования являются:

- а) целенаправленность
- б) поиск нового
- в) систематичность
- г) строгая доказательность
- д) все перечисленные признаки

19. В докладе на защите ВКР обязательно отражается

- а) актуальность и практическая ценность работы,
- б) основные итоги проведённой работы
- в) элементная база принципиальных схем
- г) принцип создания функциональных схем

20. За сколько дней до защиты оформляется отзыв руководителя ВКР

- а) не позднее, чем за 7 дней до защиты
- б) не позднее, чем за 10 дней до защиты
- в) сразу после преддипломной практики
- г) за сутки

Ключ к контрольным вопросам по дисциплине «Производственная практика: преддипломная практика»

№ вопроса	Ответы
1	Практическая значимость преддипломной практики заключается: закрепление теоретических знаний; развитие профессиональных компетенций; сбор материалов для дипломной работы; взаимодействие с профессионалами; формирование профессиональной идентичности
2	Задачи преддипломной практики: ознакомление с деятельностью в области проектирования зданий; выполнение производственных заданий и написание отчета по индивидуальному заданию; систематизация и анализ собранных данных, необходимых для ВКР
3	Подготовка студента к самостоятельной профессиональной деятельности и написанию ВКР. При этом практика выступает связующим звеном между теорией и будущей работой, позволяет проверить, как знания работают в реальных условиях, и выявить пробелы в компетенциях.

4	основная идея, которая связывает воедино все структурные элементы методики, определяет порядок проведения исследования, его этапы
5	Отчет о преддипломной практике
6	Реферат содержит в себе а) УДК б) наименование темы в) цель выполняемой выпускной работы г) выбранные принципы реализации д) краткое описание созданного устройства е) достигнутые технические показатели
7	Социальное взаимодействие – это... систематические социальные действия индивидов, направленные друг на друга, имеющие целью вполне ответную реакцию со стороны индивида
8	Нет
9	Порядковой (сквозной) нумерацией в пределах всего текста арабскими цифрами круглых скобках в крайнем правом положении на строке
10	Авторский надзор
11	A4
12	государственный экзамен и защиты ВКР
13	Факультативные дисциплины
14	Студент отчисляется из учебного заведения
15	Отличительными признаками научного исследования являются: а) целенаправленность б) поиск нового в) систематичность г) строгая доказательность
16	а
17	а
18	д
19	А, б
20	а

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Пороговый уровень (как обязательный для всех выпускников по завершении освоения ОП ВО) – <i>оценивается по шкале 53-79 баллов (оценка «удовлетворительно»)</i>	Характерно частичное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 11 - 13 вопроса.

Повышенный продвинутый уровень (относительно порового уровня) – <i>оценивается по шкале 80-92 балла (оценка «хорошо»)</i>	Характерно сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Количество верных ответов заключается в интервале 14 - 17 вопроса.
Повышенный превосходный уровень (относительно порового уровня) – <i>93-100 баллов (оценка «отлично»)</i>	Характерно полностью сформированное знание. Количество верных ответов заключается в интервале 18 - 20 вопроса.