

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой»

Д. Д. Жуков

## **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности «Дизайн (по направлениям)»*

В двух частях

Часть 1

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой  
2022

УДК 72.012(075.8)  
ББК 85.1я73  
Ж86

Одобрено и рекомендовано к изданию  
научно-методическим советом университета (протокол № 5 от 29.04.2022)

Кафедра архитектуры и дизайна

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

кафедра интерьера и оборудования Белорусской государственной академии искусств,  
зав. кафедрой, доц. М. Г. ШИКОВ;  
канд. искусствоведения, доц., зав. кафедрой дизайна  
Института современных знаний имени А. М. Широкова И. М. КОНОВАЛОВ

**Жуков, Д. Д.**

Ж86

Основы конструирования : учеб. пособие / Д. Д. Жуков. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т имени Евфросинии Полоцкой, 2022. – 92 с.  
ISBN 978-985-531-822-5.

Учебная дисциплина «Основы конструирования» включает в себя десять тем. Цель их изучения – приобрести начальные профессиональные компетенции в области физических условий существования и функционирования предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека, в первую очередь интерьерной среды. В части 1 одноименного учебного пособия рассматриваются первые шесть тем. Они в меньшей степени, чем последние четыре, связаны со строительством. Первая тема посвящена вопросам естествознания, вторая – механики материалов и конструкций, третья – влияния климата на состояние внутренней среды, четвертая – ее санитарно-гигиенического качества, пятая – разработки проектной и конструкторской документации, а также использования технических нормативных правовых актов, шестая – конструирования мебели и оборудования.

Пособие содержит примеры решения задач и необходимые тематические наборы иллюстраций.

Адресуется студентам, обучающимся по направлению специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)» специальности «Дизайн», а также по специальности «Архитектурный дизайн».

**УДК 72.012(075.8)**  
**ББК 85.1я73**

**ISBN 978-985-531-822-5**

© Жуков Д. Д., 2022

© Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Основы конструирования» входит в вузовский компонент цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин специальности «Дизайн», направления специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)». Ее изучение предваряет изучение таких дисциплин инженерно-технического характера, как «Конструирование», «Материаловедение и технологии» и «Конструкции зданий и сооружений». Помимо прочего, дисциплина «Основы конструирования» вырабатывает у студентов – дизайнеров предметно-пространственной среды рациональный, инженерный взгляд на предметно-пространственную среду, дает понимание того, что лишь гармоничное сочетание художественной (иррациональной) и в широком смысле слова инженерной (рациональной) сторон дизайнерского творчества ведет к профессиональным успехам.

Автор настоящего учебного пособия, имеющего теоретическую направленность, начал преподавать дисциплину «Основы конструирования» будущим дизайнерам предметно-пространственной среды (специализация «Дизайн интерьеров») в Белорусской государственной академии искусств с 2010/2011 учебного года. Тогда эту дисциплину впервые включили в вузовские учебные планы. И за несколько лет, обучая основам конструирования также студентов Полоцкого государственного университета, выработал ту методику преподавания, которая нашла отражение в данном пособии.

Примечательно, что на нее в значительной мере повлияла живая работа со студентами и тщательный учет практики преподавания отмеченных выше родственных дисциплин, а также ключевой для студентов-дизайнеров дисциплины «Дизайн-проектирование».

В настоящем пособии под конструированием понимается инженерно-конструкторская (с некоторым количеством простых расчетов) детализация архитектурных и дизайнерских решений, относящихся как к предметно-пространственной среде в целом, так и к ее отдельным материально-вещественным компонентам в частности. Разумеется, такую детализацию дизайнерам следует осуществлять, опираясь на художественно-образные решения, формы объектов разработки. Иначе говоря, идя от дизайнерской формы к ее конструктивному воплощению. Создать по-настоящему правильную дизайнерскую форму можно лишь случайно, если не понимать ее конструкцию. Понимая же ее, дизайнер будет избегать неразрешимых противоречий между задуманной формой дизайн-объекта и его конструкцией.

В основу настоящего пособия положены три фундаментальных тезиса, иллюстрирующих разницу между архитектором и дизайнером предметно-пространственной среды, когда он занимается дизайном интерьеров, в их профессиональном отношении к внутреннему пространству зданий:

- 1) архитектор работает *с* пространством – создает его;
- 2) дизайнер работает *в* пространстве – обустроивает его, стремится вдохнуть в него жизнь, наделяет художественно-функциональным смыслом;
- 3) архитектурный интерьер – это, образно говоря, статичный, неодухотворенный интерьер, а дизайнерский – динамичный, одухотворенный.

Эти тезисы объясняют, что обучение будущих дизайнеров предметно-пространственной среды дисциплинам инженерно-технического характера должно иметь свою специфику, обусловленную видом и особенностями конечного продукта их проектно-творческой деятельности. Дизайнерам предметно-пространственной среды пристало достаточно хорошо ориентироваться во множестве всевозможных инженерных решений (в первую очередь новейших) именно средовых, в т. ч. интерьерных объектов, не вникая без особой на то необходимости в подробности. База для этого – соответствующие обширные познания поверхностного, в хорошем смысле слова, характера и умение их эффективно использовать в деле достижения высокого уровня собственно дизайнерских разработок, визуального и иных видов комфорта пользователей среды.

В рамках дисциплины «Основы конструирования» изучаются в первую очередь физические и конструктивные условия существования и функционирования предметно-пространственной среды, прежде всего интерьеров. Разделы дисциплины следующие:

1. Естественно-научные основы (рассматриваются вопросы химии, физики, электротехники и биологии).
2. Физико-механические основы (рассматриваются вопросы механики материалов и конструкций).
3. Климатологические основы (рассматриваются вопросы влияния климата на состояние внутренней среды).
4. Санитарно-гигиенические основы (рассматриваются вопросы санитарно-гигиенического качества внутренней среды).
5. Проектно-конструкторские и нормативные основы (рассматриваются вопросы разработки проектной и конструкторской документации, а также использования технических нормативных правовых актов).
6. Интерьерно-конструктивные основы (рассматриваются вопросы конструирования мебели и оборудования).
7. Архитектурно-конструктивные основы (рассматриваются вопросы создания главным образом оболочки зданий и сооружений как вместилища интерьерной среды).
8. Теплотехнические основы (рассматриваются вопросы строительной теплотехники, а также теплозащиты зданий и сооружений).
9. Акустические основы (рассматриваются вопросы строительной акустики и акустики помещений).
10. Светотехнические основы (рассматриваются вопросы естественного, искусственного и смешанного освещения помещений).

Первые шесть разделов входят в первую часть пособия, последние четыре – во вторую.

Несмотря на существующие в мире проблемы, современная эпоха знаменует собой переход человечества от индустриального общества к постиндустриальному (информационному) обществу. Второе отличается инновационной экономикой и стремительно возрастающими объемами информации. Значит, в настоящее пособие, как и в любую другую книгу учебной направленности, невозможно вместить даже малую толику всех сведений о том, чему оно посвящено. В связи с этим оно задумано как свод принципиальных, в определенном смысле схематичных положений конструирования предметно-пространственной среды в целом и ее компонентов в частности и должно помочь будущим дизайнерам освоить азы общего с архитекторами и инженерами профессионального языка. Тексты и рисунки пособия содержат тот минимум релевантной информации, который позволяет достичь цели преподавания учебной дисциплины. А цель такова – заложить основы профессиональных компетенций студентов в области физических условий существования и функционирования предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека, главным образом интерьерной среды.

Отметим также, что от современных дизайнеров предметно-пространственной среды требуется реализовывать междисциплинарные подходы, действуя на стыке разных дисциплин и наук. И настоящее пособие с его мозаичной структурой, выражающейся в объединении по меньшей мере десяти разных дисциплин, призвано дать будущим дизайнерам эффективный начальный импульс к обретению привычки к междисциплинарности и выработке во всех смыслах целостного взгляда на объект дизайн-проектирования.

Что касается подробностей, их теперь без особого труда – если, конечно, опираться на знание упомянутых принципиальных положений – можно найти в сети Интернет, в т. ч. по таким популярным у архитекторов и дизайнеров всего мира адресам, как <https://www.archdaily.com/> и [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com). Следует отметить также, что вся литература, использованная при разработке настоящего пособия и указанная в соответствующем списке, наличествует в электронном виде.

В пособии использованы преимущественно авторские рисунки и фотографии. В случае заимствования иллюстрации дается ссылка на соответствующий источник.

## 1. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ

*Предметно-пространственная среда создается из различных материалов, изделий и конструкций, в ней размещаются разнообразные технические устройства и коммуникации. Кроме того, гуманная среда – это представители флоры и фауны. Следовательно, без определенных основополагающих знаний в области химии, физики, электротехники и биологии дизайнеру предметно-пространственной среды не обойтись.*

### 1.1. Химия и физика

Следует различать **вещества** и **физические тела**, или **тела**.

*Вещества*, из которых состоят тела, характеризуются, помимо прочего, способностью к реакциям с другими веществами, запахом, вкусом, коррозионной стойкостью.

*Тела*, которые состоят из вещества, характеризуются, помимо прочего, энергетическим состоянием, формой, объемом, массой, агрегатным состоянием и величиной их вещества.

**Химия** как наука изучает вещества, их состав, свойства и изменения при химических процессах.

**Физика** как наука изучает состояние и свойства физических тел, изменение их агрегатных состояний при физических процессах. Она не изучает изменения вещества.

Из многочисленных разделов химии обратим внимание на *физическую химию*, которая изучает химические явления посредством методов физики, а из многочисленных разделов физики – на *химическую физику*, которая изучает физические аспекты химических явлений.

### 1.2. Химические и физические процессы

При **химическом процессе** (превращении, реакции) из одного или большего количества исходных веществ получается новое вещество со свойствами, отличными от свойств исходного или исходных веществ. Примеры химического процесса – коррозия металла (рисунок 1.1), превращение графита в алмаз. Впрочем, последний пример – исключение из правила, т. к. состав вещества в этом случае не меняется.

Примеры **физического процесса** – выпадение конденсата на оконном стекле (рисунок 1.2), растяжение стального стержня (рисунок 1.3).

**Рисунок 1.1. – Коррозия стальных элементов лестницы общественного здания вследствие их некачественной окраски; на два места с ржавчиной указывают стрелки**





**Рисунок 1.2. – Выпадение конденсата на оконном стекле зимой, такого явления не наблюдается при использовании качественных стеклопакетов**



**Рисунок 1.3. – Растяжение стержня при его испытании на разрывной машине**

При *физических процессах* изменяется энергетическое состояние или форма тела, в случае деформирования например, агрегатное состояние или величина вещества, после измельчения например. Физический процесс не изменяет вещество.

## **1.3. Химия**

### **1.3.1. Виды материалов**

Если под материалом понимать вещество или смесь веществ, то можно выделить следующие виды материалов: *химические элементы* (основные вещества), *химические соединения* (сложные вещества) и *смеси веществ* (смеси). Под материалом также понимают вещество или смесь веществ, из которых изготавливают какую-либо продукцию.

**Химические элементы** нельзя разложить на составляющие ни с помощью физико-механических, ни с помощью химических методов.

94 химических элемента из 118, известных по состоянию на конец 2016 г., встречаются на Земле, их называют природными. 24 химических элемента получены искусственным путем.

Примерно 70% всех химических элементов относят к *металлам*. Металлам присущи такие отличительные свойства, как высокая тепло- и электропроводность, ковкость, металлический блеск и др.

*Неметаллы* (их 22) обладают рядом типично неметаллических свойств. В свободном виде бывают неметаллы газообразные, инертные газы например, и твердые, углерод например. Твердый углерод существует, в частности, в форме алмаза, графита, стеклоуглерода, углеродных наноструктур и аморфного углерода; возможен и металлический углерод.

Впрочем, к *идеальным неметаллам* относятся лишь азот, кислород, фтор, сера, хлор, бром и инертные газы. Остальные неметаллы – это *полуметаллы*, обладающие, например, при определенных условиях электрической проводимостью.

**Химические соединения**, будучи сложными веществами, состоят по меньшей мере из двух химически связанных основных веществ. Химические соединения нельзя разложить на отдельные химические элементы, используя физико-механические методы. Лишь химические процессы позволяют разложить соединения на отдельные элементы: например, двуокись кальция на кальций, кислород и водород.

Мельчайшая частица химического соединения – одна *молекула*. Молекулы одного химического соединения одинаковы. Отдельные атомы имеют только инертные газы. Атомы металлов образуют соединения, подобные кристаллам.

Химические соединения создаются в результате *синтеза*. *Анализ* – это разложение химических соединений на химические элементы. Синтез и анализ являются химическими процессами.

**Смеси** состоят из различных отдельных веществ, которые не вступают между собой в химические реакции (рисунок 1.4). Смесь не является новым веществом. Пользуясь физико-механическими методами, смесь можно разделить на отдельные исходные материалы. Например, такой строительный раствор, как известковый, разделяется на известь, песок и воду. К указанным методам относятся, в частности, выпаривание, дистилляция, отстаивание и фильтрование.



**а** – приготовление штукатурного раствора; **б** – устройство стяжки пола

Рисунок 1.4. – Демонстрация использования сухих строительных смесей

Разновидность смеси – *химический раствор*. Различные твердые, жидкие и газообразные материалы способны предельно тонко распределяться в жидкостях. В этом случае в последних, называемых растворителями, находятся равномерно распределенные в них отдельные молекулы указанных материалов.

В определенном количестве растворителя при определенной температуре можно растворить только определенное количество материала. Если это количество достигнуто, то имеет место насыщенный раствор. Раствор, близкий по концентрации к насыщенному, является концентрированным, а далекий от состояния насыщения – разбавленным.

Для разделения двух растворенных друг в друге жидкостей раствор подвергается дистилляции, или перегонке, – испарению с последующим охлаждением и конденсацией паров.

Еще одна разновидность смеси – *дисперсия*. В случае дисперсии очень маленькие частички материала очень тонко распределяются в жидкости, не растворяясь в ней.

Дисперсия с тонко распределенным твердым материалом – это *суспензия*, жидким материалом – *эмульсия*.

Со временем тонко распределенные в растворителе частички осаждаются. Поэтому перед использованием дисперсии, например дисперсионные клеи и дисперсионные краски, следует встряхивать или перемешивать.

Благодаря тому, что многие металлы в расплавленном состоянии растворяются друг в друге, их свойства можно улучшать. В результате подобного процесса, называемого *легированием*, получают, например, коррозионностойкую (нержавеющую) сталь (рисунок 1.5).

За счет включения в состав такой стали до 20% хрома на ее поверхности образуется оксидный слой, который и предотвращает коррозию. Нержавеющая сталь бывает, например, в виде листов. Их поверхность делают матовой, шлифованной, полированной, зеркальной, рифленой или декоративной. Неудивительно, что такая листовая нержавейка нашла широкое применение в строительстве, в т. ч. при оформлении экстерьеров и интерьеров различных построек.



Рисунок 1.5. – Здание в г. Вене (Австрия) с облицовкой из листовой нержавеющей стали



### 1.3.2. Важнейшие вещества

**Кислород.** Когда вещество соединяется с кислородом, происходит окисление, а возникшее при этом вещество – это оксид. Обратный процесс – восстановление (раскисление). Кислород применяется, например, при сварке и резке металлов.

**Водород.** Он самый легкий из всех веществ ( $1 \text{ м}^3$  весит  $0,09 \text{ кг}$ ). Смесь водорода и кислорода в соотношении 2:1 весьма взрывоопасна.

**Углерод.** Расположенные по-разному относительно друг друга атомы углерода – это материалы, имеющие сильно различающиеся свойства: графит, алмаз, графен (имеет хорошие перспективы применения в строительстве), углеродные нанотрубки, карбин, фуллерены, Q-углерод и др.

К неорганическим соединениям углерода относятся угарный газ ( $\text{CO}$ ), углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), угольная кислота и ее соли, карбиды.

Угарный газ чрезвычайно токсичен. Углекислый газ почти в 1,5 раза тяжелее воздуха, следовательно, он может накапливаться в недопустимых концентрациях в низких местах, в подвалах например. Выделяющийся в больших количествах при сжигании ископаемого топлива углекислый газ является основной причиной парникового эффекта в атмосфере Земли.

**Кислоты.** Кислоты получают, когда оксиды неметаллов растворяются в воде (пример – угольная кислота). Хлор и фтор с водородом при растворении в воде образуют соответственно соляную и фтористую кислоту. Их называют бескислородными кислотами.

Молекулы кислот в водных растворах расщепляются на катионы и анионы. Поэтому водные растворы кислот являются электролитами, т. е. проводят электрический ток.

Кислоты, помимо прочего, разрушают ткани, мебельные например, и строительные конструкции.

**Щелочи.** Они получают путем реакций щелочных металлов, натрия например, или водорастворимых оксидов металлов, оксида кальция например, с водой.

Молекулы щелочей в водном растворе распадаются на катионы и анионы. Поэтому водные растворы щелочей являются электролитами.

Сильной щелочью является, например, кальциевая щелочь. Тоже сильная – натриевая щелочь, называемая гашеной известью. Она применяется для приготовления строительных растворов. Разбавленная водой гашеная известь – это известковое молоко.

Щелочи, помимо прочего, разрушают ткани, мебельные например, растворяют жиры, защищают сталь от коррозии.

**Величина pH** (рисунок 1.6). Она показывает, в какой мере водный раствор является кислотным или щелочным. Если  $\text{pH} = 7$ , раствор нейтральный, это дистиллированная вода. Растворы с  $\text{pH}$  от 0 до 7 – кислые. Чем меньше  $\text{pH}$ , тем кислее раствор. Растворы с  $\text{pH}$  от 7 до 14 – щелочные. Чем больше  $\text{pH}$ , тем более щелочным является раствор.

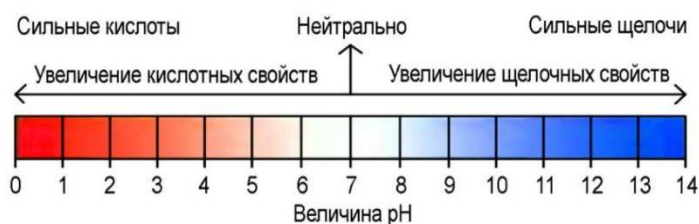


Рисунок 1.6. – Шкала величин pH

**Соли.** Они являются сложными веществами, состоящими из катионов металлов и анионов кислотных остатков. Соли подобно кислотам и щелочам разделяются в водном растворе на ионы и поэтому проводят электрический ток.

Силикаты как основная часть каменных материалов не растворяются или трудно растворяются в воде. Вредные для строительных конструкций нитраты легко растворяются в воде.

Строителей в первую очередь интересуют следующие соли:

– карбонат кальция (нерастворим в воде, является основной составной частью многих природных камней, например известняка и мрамора);

- сульфат кальция, или гипс, и сульфат магния (являются вяжущими веществами; если они входят в соприкосновение с кислотами, то возникающие при этом новые соли из-за их высокой растворимости в воде и образования кристаллов могут приводить к повреждениям строительных конструкций);
- силикаты кальция, калия, магния и алюминия (нерастворимы в воде, являются составными частями многих каменных материалов);
- силикат натрия (применяется для производства средств пожаротушения);
- нитрат кальция (образуется, например, в хлевах для скота; может полностью разрушить строительные конструкции).

Кладку фасадов, бывает, портят высолы (рисунок 1.7). Они возникают вследствие кристаллизации на поверхности стены водорастворимых солей, находящихся в кладочном растворе.



**Рисунок 1.7. – Высолы на многоэтажном жилом здании**

Для того чтобы кислоты, щелочи и соли не разрушали строительные конструкции, последние следует надежно гидроизолировать.

**Вода.** Вода, содержащая соли кальция, называется жесткой. При испарении жесткой воды на стенках и днище емкостей выделяется каменный осадок. Жесткую воду можно смягчать.

Вода, превращаясь в лед при охлаждении до 0 °С, увеличивается в объеме в 1,1 раза. Другие жидкости при замерзании в объеме уменьшаются.

Излишняя влага, находящаяся в строительных конструкциях, приводит к их порче (рисунок 1.8) и ухудшению температурно-влажностного режима или, иными словами, теплового комфорта в помещениях.



**Рисунок 1.8. – Разрушение оштукатуренной кирпичной кладки в верхней части здания вследствие замерзания накопившейся в ней влаги**

А на нижнюю часть стен (цоколи) агрессивно воздействуют дождевые капли, которые отскакивают от отмостки, и ливневые воды. Для защиты от этого устраивают отмостку дренажного типа из щебня или гальки, утепляют цоколь водостойким материалом, например плитами из экструдированного пенополистирола, и т. д.

## 1.4. Физика

### 1.4.1. Физические величины

**Физические величины** состоят из произведения численного значения **величины** на ее **единицу измерения**. Численное значение показывает, во сколько раз физическая величина больше ее единицы.

**Основные единицы** физических величин **международной системы единиц СИ** (фр. Le Système International d'Unités, SI) представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Основные единицы СИ

| Величина                      |                    | Единица      |            |             |               |
|-------------------------------|--------------------|--------------|------------|-------------|---------------|
| Наименование                  | Символ размерности | Наименование |            | Обозначение |               |
|                               |                    | русское      | английское | русское     | международное |
| Длина                         | <i>L</i>           | метр         | metre      | м           | m             |
| Масса                         | <i>M</i>           | килограмм    | kilogram   | кг          | kg            |
| Время                         | <i>T</i>           | секунда      | second     | с           | s             |
| Сила электрического тока      | <i>I</i>           | ампер        | ampere     | А           | A             |
| Термодинамическая температура | $\Theta$           | кельвин      | kelvin     | К           | K             |
| Количество вещества           | <i>N</i>           | моль         | mole       | моль        | mol           |
| Сила света                    | <i>J</i>           | кандела      | candela    | кд          | cd            |

Некоторые **производные единицы**, которые выведены из основных единиц в соответствии с физическими формулами, связывающими эти величины, приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Производные единицы СИ

| Величина            | Единица              |                         | Обозначение |               | Выражение через основные единицы   |
|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------|---------------|--|
|                     | русское наименование | английское наименование | русское     | международное |  |
| 1                   | 2                    | 3                       | 4           | 5             | 6  |
| Плоский угол        | радиан               | radian                  | рад         | rad           | $\text{м} \cdot \text{м}^{-1} = 1$   |
| Телесный угол       | стерадиан            | steradian               | ср          | sr            | $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2} = 1$                                       |
| Температура Цельсия | градус Цельсия       | degree Celsius          | °С          | °C            | К  |
| Частота             | герц                 | hertz                   | Гц          | Hz            | $\text{с}^{-1}$  |
| Сила                | ньютон               | newton                  | Н           | N             | $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$                             |
| Энергия             | джоуль               | joule                   | Дж          | J             | $\text{Н} \cdot \text{м} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$ |
| Магнитный поток     | вебер                | weber                   | Вб          | Wb            | $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$       |
| Магнитная индукция  | тесла                | tesla                   | Тл          | T             | $\text{Вб}/\text{м}^2 = \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$ |
| Мощность            | ватт                 | watt                    | Вт          | W             | $\text{Дж}/\text{с} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$      |
| Давление            | паскаль              | pascal                  | Па          | Pa            | $\text{Н}/\text{м}^2 = \text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$  |
| Световой поток      | люмен                | lumen                   | лм          | lm            | кд · ср  |
| Освещенность        | люкс                 | lux                     | лк          | lx            | $\text{лм}/\text{м}^2 = \text{кд} \cdot \text{ср}/\text{м}^2$              |

Окончание таблицы 2

| 1                    | 2     | 3    | 4  | 5        | 6   |
|----------------------|-------|------|----|----------|---|
| Разность потенциалов | вольт | volt | В  | V        | $\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} =$<br>$= \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-1}$ |
| Сопротивление        | ом    | ohm  | Ом | $\Omega$ | $\frac{\text{В}}{\text{А}} =$<br>$= \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-2}$   |

В строительстве часто используется такая единица давления, как *мегапаскаль* (МПа), который в миллион раз ( $10^6$ ) больше *паскаля*. Мегапаскаль так соотносится с понятным даже интуитивно *килограммом силы*:  $1 \text{ МПа} = 10,19716213 \text{ кгс/см}^2$  ( $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$ ).

#### 1.4.2. Объем, масса, плотность, пористость

Единица *объема* физического тела – кубический метр ( $\text{м}^3$ ).  $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3$ ,  $1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3$ ,  $1 \text{ см}^3 = 1000 \text{ мм}^3$  и т. д. Для жидкостей и сыпучих материалов применяется и такая единица объема, как литр (л).  $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$ .

Каждое тело имеет *массу*, характеризующую количество материала, из которого оно состоит. Единица массы – килограмм (кг). Это соответствует массе  $1 \text{ дм}^3$  ( $= 1 \text{ л}$ ) воды при  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$ ,  $1 \text{ г} = 1000 \text{ мг}$ ,  $1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$  и т. д.

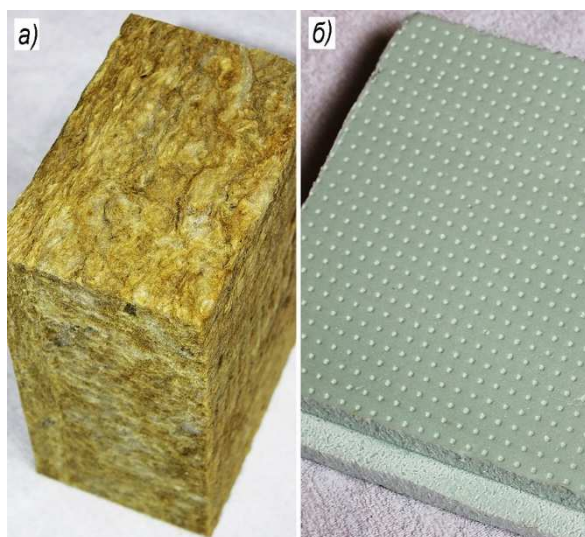
*Плотность* тела – это отношение его массы к его объему.

Различают *абсолютную плотность*, *объемную плотность* и *насыпную плотность* строительных, конструкционных, отделочных, декоративных и других материалов. Используется также понятие «объемная масса».

Особняком стоит *поверхностная плотность* – масса листового, пленочного, тканевого или тонколистового материала, а также тонкого слоя материала, которая приходится на единичную площадь. Такая плотность характеризует бумагу, обои, полимерную пленку, тонколистовой металл, окрасочный слой и т. д. В системе СИ единица измерения поверхностной плотности –  $\text{кг/м}^2$  ( $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$ ).

Абсолютная плотность характеризует материалы без пор и воздушных прослоек, объемная плотность – материалы с порами и воздушными прослойками, насыпная плотность – свободно насыпанный материал с учетом имеющихся в нем пор и пространства между его частицами.

Материалы с порами называются *пористыми* (рисунок 1.9). Поры могут быть большими или маленькими, закрытыми или открытыми. Пористые материалы легче непористых аналогов, но не такие прочные; чем больше пор в материале и чем они меньше, тем выше его теплоизолирующая способность; если поры в материале содержат влагу вместо воздуха или другого газа, то теплоизолирующая способность материала снижается.



*a* – каменная вата;  
*б* – экструзионный пенополистирол  
Рисунок 1.9. – Пористые материалы

Каменную вату и экструзионный пенополистирол часто используют в виде плит для утепления зданий. Благодаря ему в помещениях круглый год можно поддерживать стабильный температурно-влажностный режим. При этом следует знать, что каменная вата – негорючий материал, а пенополистирол – горючий.

### 1.4.3. Когезия, формы состояния, адгезия, поверхностное натяжение, капиллярность

**Когезия** – сила, с которой молекулы *внутри тела* притягиваются друг к другу.

Из-за различной по величине когезии существуют три *формы агрегатного состояния* вещества:

- твердое – молекулы остаются на месте, т. к. действует большая когезия;
- жидкое – молекулы могут менять свое место, т. к. когезия мала;
- газообразное – молекулы отрываются, т. к. когезия отсутствует. Обусловленное этим стремление газов увеличиваться в объеме называется расширением.

С недавних пор выделяют четвертую форму состояния – плазму.

**Адгезия** – силы сцепления *молекул различных материалов*. Адгезией объясняется, например, сцепление краски со стальным листом или штукатурки с бетоном (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10. – Негативные последствия нарушения сцепления штукатурки и бетона

Силы когезии обуславливают сцепление молекул на поверхности жидкости. Эти силы называют *силами поверхностного натяжения*. Они проявляются, например, когда капли воды на поверхности сухого стекла остаются шарообразными и не растекаются.

**Капиллярность** – подъем жидкостей в капиллярах (волосяных трубочках). Чем тоньше капилляры, тем выше поднимается жидкость. Явление капиллярного подсоса может приводить, например, к отслоению обоев, краски и штукатурки (см. рисунок 1.10), ухудшению тепловлажностного режима помещений.

### 1.4.4. Механические свойства твердых тел

Тела бывают твердые и мягкие, вязкие и хрупкие, упругие и пластичные. Во многом эти свойства обуславливаются когезией.

**Твердость** – сопротивление тела внедрению в него другого тела путем вдавливания или царапания. Существует несколько методов определения твердости материалов. Ориентировочную оценку относительной твердости материалов можно производить по 10-балльной минералогической *шкале твердости Мооса* методом царапания (таблица 3). Более мягкий материал

царапается более твердым. Примечательно, что более точные системы измерения твердости материалов не покрывают весь спектр шкалы Мооса.

Таблица 3. – Шкала Мооса

| Твердость по Моосу | Эталонный минерал | Абсолютная твердость, измеренная склерометром | Обрабатываемость                             | Другой минерал с аналогичной твердостью |
|--------------------|-------------------|---|--|---|
| 1                  | 2                 | 3   | 4  | 5                                       |
| 1                  | Тальк             | 1   | Царапается ногтем                            | Графит                                  |
| 2                  | Гипс              | 3   | Царапается ногтем                            | Слюда                                   |
| 3                  | Кальцит           | 9   | Царапается медью                             | Золото                                  |
| 4                  | Флюорит           | 21  | Легко царапается ножом, оконным стеклом      | Доломит                                 |
| 5                  | Апатит            | 48  | С усилием царапается ножом, оконным стеклом  | Лазурит                                 |
| 6                  | Ортоклаз          | 72  | Обрабатывается напильником, царапает стекло  | Опал                                    |
| 7                  | Кварц             | 100   | Поддается обработке алмазом, царапает стекло | Гранат                                  |
| 8                  | Топаз             | 200   | Поддается обработке алмазом, царапает стекло | Изумруд                                 |
| 9                  | Корунд            | 400   | Поддается обработке алмазом, царапает стекло | Рубин                                   |
| 10                 | Алмаз             | 1600  | Режет стекло                                 | Природного аналога нет                  |

**Вязкость** – свойство материала под воздействием нагрузки деформироваться, не разрушаясь. Вязкими являются, например, сталь, древесина, термопластичные пластмассы.

**Пластичность** – свойство материала под воздействием нагрузки изменять свою форму и сохранять новую форму после снятия нагрузки. Пластичными являются, например, глина и свинец.

**Хрупкость** – свойство материала до момента разрушения под воздействием нагрузки не деформироваться. Хрупкими являются, например, стекло, природные камни, бетон.

**Упругость** – свойство материала после снятия нагрузки возвращаться в исходное, недеформированное, состояние. Упругими являются, например, резина и рессорная сталь.

На конструкцию действуют **силы**, например силы сжатия и растяжения. На массу тела воздействует масса Земли, которая создает силу притяжения, называемую силой тяжести. Сила тяжести, или вес тела массой в 1 кг, на Земле составляет 9,81 Н. Вес тела изменяется с удалением от центра Земли. На значительном удалении он становится равным нулю, это состояние невесомости тела. При этом его масса не меняется. Действие силы зависит от ее величины, направления и точки приложения.

#### 1.4.5. Давление в жидкостях и газах

**Жидкости** (они практически не сжимаемы) и **газы**, возникающее в них, давление передают по всем направлениям.

На давление в жидкостях и газах влияет вес их слоев. Существует давление столба покоящейся жидкости и газа на дно сосуда. Чтобы вычислить **давление столба жидкости**, или ее **гидростатическое давление**, следует перемножить плотность жидкости, ускорение свободного падения и высоту столба жидкости.

Что касается газов, их плотность, как правило, значительно меньше плотности жидкостей. Например, в то время как плотность воздуха составляет  $1,29 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды –  $1000 \text{ кг/м}^3$ . В связи с этим давление в газах, вызываемое их весом, на практике часто не учитывается.

*Форма сосуда*, в котором находится жидкость, не влияет на гидростатическое давление. Оно зависит только от толщи жидкости над рассматриваемой точкой. Поэтому и небольшое количество жидкости способно создать огромное давление. В гидравлическом прессе посредством незначительной силы, которая действует на поршень в цилиндре с маленькой площадью давления, получается значительная сила в цилиндре с большой площадью давления (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11. – Испытание бетонной призмы на сжатие с помощью гидравлического пресса

Молекулы газа отталкиваются друг от друга. Поэтому газы занимают в отведенном для них пространстве весь объем и создают давление на плоскостях, ограничивающих это пространство. Между молекулами газа много свободного пространства. Поэтому газы можно сжимать. При сжатии газа температура его повышается.

В технике измеряется давление газа относительно существующего в данный момент *атмосферного давления*. Разница между *абсолютным давлением* газа (это давление относительно безвоздушного пространства) и имеющим место *атмосферным давлением* – это *избыточное давление*.

Необходимый для пневматического инструмента (отбойные молотки, гвоздевые пистолеты, степлеры и т. д.) сжатый воздух производят поршневые и винтовые компрессоры.

#### 1.4.6. Тепло

Молекулы любого вещества находятся в постоянном движении. Представление о тепловом состоянии тела дает его температура. В телах с более высокой температурой молекулы движутся быстрее, чем в телах с более низкой температурой. Значит, *тепло* – это *энергия движения молекул*.

Самая низкая температура составляет примерно минус  $273 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $0 \text{ K}$ ); это *абсолютный нуль*. При этой температуре все вещества находятся в твердом состоянии, т. к. прекращается движение молекул.

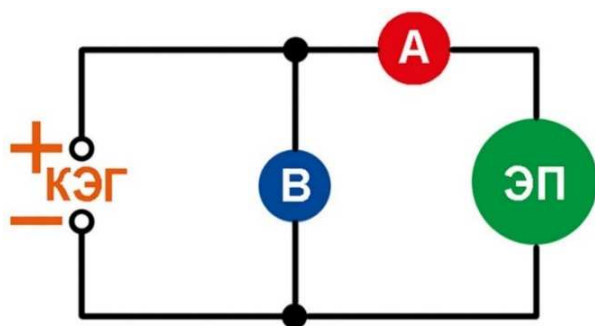
## 1.5. Электротехника

### 1.5.1. Основные понятия

**Электрический ток** – это направленное движение заряженных частиц. Происходит оно под воздействием электрического поля. Указанными частицами являются электроны (в проводниках), катионы и анионы (в электролитах), электроны и так называемые дырки (в полупроводниках). Скорость распространения собственно электрического тока, а не заряженных частиц (она очень низка), равна скорости света.

Электрический ток течет в замкнутой цепи, называемой **цепью электрического тока**. Ввиду высокой электропроводности материалами для проводников электрического тока являются алюминий, медь и алюминомедь. Однако, согласно современным требованиям, алюминиевые проводники должны быть заменены медными. Единица **силы электрического тока** – ампер (А). Для измерения силы электрического тока используют **амперметр** (рисунок 1.12).

**Электрическое напряжение** между точками А и В электрической цепи равно работе электрического поля, которая совершается при переносе электрического заряда из точки А в точку В. Единица электрического напряжения – вольт (В). Для его измерения используют **вольтметр** (рисунок 1.12).



А – амперметр; В – вольтметр;  
КЭГ – контакты электрогенератора;  
ЭП – электроприбор

Рисунок 1.12. – Схема измерения напряжения и силы электрического тока в его цепи

Проводники электрического тока и электроприборы создают определенное сопротивление электрическому току. Единица **электрического сопротивления** – ом ( $\Omega$ ). Оно измеряется косвенным методом при помощи вольтметра и амперметра, непосредственно – с помощью **омметра** или **логометра**.

Согласно **закону Ома** напряжение на участке цепи равно произведению его сопротивления и силы тока.

### 1.5.2. Виды электрического тока

Существуют разные виды **электрического тока**. Два основных – **постоянный** (англ. direct current, DC) и **переменный** (англ. alternating current, AC).

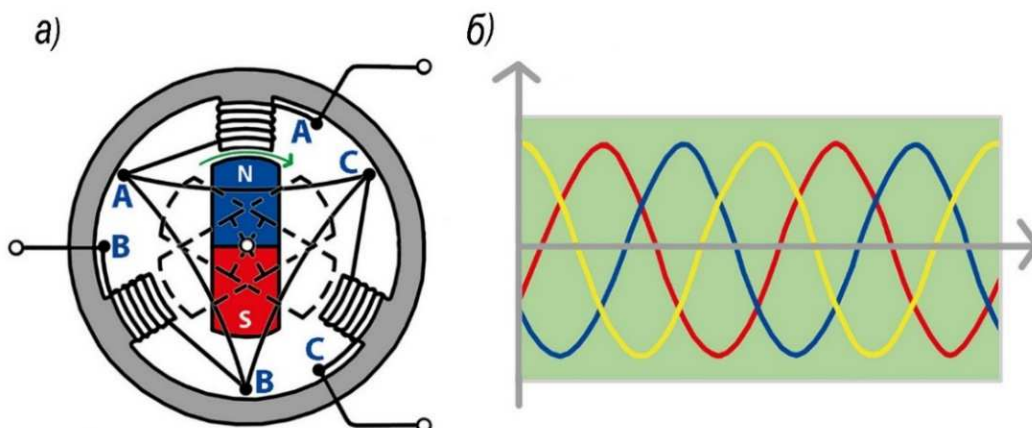
**Постоянный ток** течет в одном направлении. Постоянный ток поставляют, например, сухие батарейки, солнечные фотоэлектрические модули, аккумуляторы для устройств с небольшим потреблением электроэнергии. А, например, для дуговой электросварки и электрифицированных железных дорог нужен постоянный ток большой силы. Его создают путем выпрямления переменного тока или с помощью генераторов постоянного тока.

**Переменный ток** периодически изменяет во времени свою силу и направление. В европейских энергосетях за секунду происходит 50 таких изменений. Это значит, что частота тока составляет 50 герц (Гц). Переменный ток широко используется для передачи и распределения электроэнергии благодаря простоте и экономичности трансформации его напряжения. В гражданских зданиях переменный ток обеспечивает функционирование искусственного освещения, электронагревательных приборов, холодильников, электромоторов и т. п. Переменный ток бывает **однофазным**, **трехфазным** и **высокочастотным**.

**Генератор трехфазного тока** – это словно три объединенных вместе генератора однофазного переменного тока, у которых сила тока и напряжение изменяются с отставанием



на  $1/3$  периода (рисунок 1.13). Это происходит благодаря смещению обмоток генератора на  $120^\circ$  относительно друг друга. Важное преимущество трехфазного тока – максимально равномерная нагрузка на генератор, что значительно продлевает срок его службы.



*a* – схема генератора;  
*б* – выработка тремя обмотками генератора электрического тока

Рисунок 1.13. – Генератор трехфазного переменного тока

Частота высокочастотного тока достигает 250 МГц. Такой ток позволяет нагревать и плавить токопроводящие материалы, например металлы и отдельные синтетические материалы.

### 1.5.3. Потребители, работа электрического тока, стоимость электроэнергии

Преобразуют электроэнергию в другие формы энергии электрические машины, устройства и приборы. Например: греющий кабель теплого пола – в тепловую энергию, светодиодная лампа – в световую, компьютер – в электромагнитную. Такую технику называют **потребителями** электроэнергии.

Каждый потребитель имеет свое *электрическое сопротивление*. Оно тем больше, чем длиннее проводник, меньше его сечение и хуже электропроводность. Кроме того, у каждого потребителя, рассчитанного на определенное *электрическое напряжение*, конкретная **электрическая мощность** – произведение напряжения на силу тока. Единица мощности – ватт (Вт). Электрическая мощность потребителя пропорциональна напряжению и силе тока.

Необходимая информация о мощности и других электрических параметрах дается на специальных табличках, прикрепленных к корпусам потребителей (рисунок 1.14).



*a* – на корпусе пылесоса; *б* – на корпусе печи СВЧ

Рисунок 1.14. – Таблички на корпусах потребителей (электробытовых приборов)

Чем мощнее потребитель и продолжительнее его работа, тем больше соответствующая **работа электрического тока**. Работа электрического тока ( $W$ ) – произведение электрической мощности ( $P$ ) и продолжительности работы ( $t$ ). Единицы работы электрического тока – ватт-секунда (Вт·с), или джоуль (Дж), а также киловатт-час (кВт·ч), используемый, как правило, для учета расхода электроэнергии в зданиях и сооружениях ( $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3\,600\,000 \text{ Вт}\cdot\text{с} = 3\,600\,000 \text{ Дж}$ ).

*Стоимость электроэнергии* рассчитывается как произведение работы электрического тока (количество потребленной электроэнергии в кВт·ч) и тарифа на электроэнергию в руб/кВт·ч.

Например, в г. Минске с 01.01.2022 был введен одноставочный тариф на электроэнергию для населения, обеспечивающий полное возмещение экономически обоснованных затрат, равный 0,2552 руб/кВт·ч.

Потребление электроэнергии в киловатт-часах показывают *счетчики электроэнергии* (рисунок 1.15).



**а** – счетчик однофазный индукционный стационарный непосредственного включения;  
**б** – счетчик однофазный многофункциональный с электронной индикацией

**Рисунок 1.15.** – Счетчики электроэнергии для квартир, коттеджей и других объектов

Счетчик электроэнергии однофазный индукционный стационарный непосредственного включения (см. рисунок 1.15, *а*) используется в случае однофазных сетей переменного тока, номинальная частота которого 50 Гц. Счетчик электроэнергии однофазный многофункциональный с электронной индикацией (см. рисунок 1.15, *б*) монтируется в учетно-распределительный щиток. Этот счетчик, который годится для замены индукционного, дает возможность осуществлять многотарифный учет. При этом возможна передача данных через удаленный доступ.

#### 1.5.4. Распределение электроэнергии

*Местные энергосети* или, иначе, *электрические сети* снабжаются электроэнергией через систему, состоящую из линии электропередачи высокого напряжения, выключателей, трансформаторов и др. Подключение потребителей к местной сети осуществляется с помощью воздушных проводов или подземного кабеля, идущих к *распределительному электрощиту*.

*Распределительный электрощит* (*электрощит*) – это компактная панель с дверцей (дверцами), которая служит для модульного монтажа специального оборудования, обеспечивающего прием электрического тока от внешних сетей и его распределение по внутренней сети (рисунок 1.16). К указанному оборудованию относятся вводный выключатель нагрузки, счетчик электроэнергии, устройство защитного отключения, предохранители, автоматические выключатели и т. п.



Рисунок 1.16. – Электрощит пассивного односемейного дома в Швеции

Для распределения электроэнергии внутри, например, жилого дома необходимы изолированные провода, а также *электроустановочные изделия*. Провода должны быть защищены от механических повреждений. К электроустановочным изделиям относятся штепсельные розетки (в т. ч. с защитной шторкой, а также влагозащищенные), выключатели (в т. ч. диммеры, изменяющие яркость свечения источников света), распределительные коробки, предохранители и т. д.

Допустимый для электропроводника ток может быть превышен при *перегрузке* или *коротком замыкании*.

*Перегрузка* наступает, когда подключенные потребители в совокупности создают в сети ток, сила которого превышает ее возможности. Предотвратить перегрузку можно, в частности, правильно распределяя нагрузку на электросеть. *Короткое замыкание* – неправильное соединение электропроводников, при котором возникает ток разрушительной силы, способный, помимо прочего, вызвать пожар. Устройства, прерывающие сеть в случае перегрузки или короткого замыкания, – это плавкие предохранители и предохранители-автоматы.

## 1.6. Биология

### 1.6.1. Вредное биологическое воздействие на материалы и конструкции

Есть два близких по смыслу термина – «*биоповреждение*» и «*биодеструкция*». Объясним их применительно к элементам предметно-пространственной среды следующим образом:

– *биоповреждение* – ухудшение качества материалов, из которых состоят элементы среды, вследствие деятельности или присутствия живых организмов;

– *биодеструкция* – разрушение материалов, из которых состоят элементы среды, в результате совокупности химических и физических процессов, вызванных действием живых организмов.

Далее под биодеструкцией будем понимать также биоповреждение и наоборот.

Биодеструкция понижает уровень экологической безопасности материалов и конструкций, а также ухудшает их эксплуатационное состояние. Она источник преждевременного износа зданий и их предметного наполнения.

Конкретные *биодеструкторы* – это в первую очередь термиты, домовые усахи и другие насекомые, микроводоросли, лишайники и другие растения, грызуны, *микроорганизмы*, или *микробы* (бактерии, грибы и т. д.). Среди всех биодеструкторов больше всего ущерба различным материалам и конструкциям наносят микроорганизмы.

Их питательная среда – многие органические соединения, например: целлюлоза, древесина, материалы на основе древесины, нефтепродуктов и полимеров и т. д. Микроорганизмы находят органическую пищу, например, в штукатурных растворах, в отделке после грунтовки, шпатлевки и окраски поверхности. Благоприятные условия для развития микроорганизмов содержит технологическая и иная пыль. Кроме того, они, а также пыльца и семена растений вместе с пылью хорошо переносятся по воздуху.

Микроорганизмы-деструкторы проявляют особенно высокую активность в помещениях с повышенной влажностью и температурой воздуха, недостаточным естественным освещением и воздухообменом.

В свою очередь биодеструкция, вызванная микроорганизмами, заметно ухудшает внешний вид и физико-механические свойства материалов, пагубно сказывается на микроклимате помещений. Находясь в строительных конструкциях, инженерном оборудовании, мебели и других элементах предметной среды, микроорганизмы нередко наносят заметный ущерб здоровью людей и животных.

*Биодеструкция в интерьере* проявляется, в частности, в виде грибковых налетов на окрашенных и оштукатуренных стенах, плесени под синтетическими обоями, разрушении грибами поливинилхлоридного линолеума, трухлявой червоточины из-за деятельности в сухой древесине, например, домовых точильщиков, порчи мебельного наполнителя и обивки мебели гусеницами комнатной моли (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17. – Грибковый налет в ванной комнате

Бактерии-биодеструкторы вызывают *биокоррозию* металлов, бетона, древесины, полимерных материалов и т. д. (рисунок 1.18). Биокоррозия заключается в том, что на поверхности материала происходят разрушающие его электрохимические реакции.



Рисунок 1.18. – Биокоррозия стального элемента вентиляционной шахты в местах его контакта с мхом; на одно из таких мест указывает стрелка

Биологические, химические и механические факторы взаимосвязаны. Объяснить это можно так. Материалы, в составе которых нет питательных веществ для микроорганизмов, претерпевают биоповреждения, если их поверхность загрязнена тем, что содержит указанные вещества. Родившиеся на загрязненном материале конструкции микроорганизмы-деструкторы выделяют химически агрессивные для него вещества. Из-за этого в поверхностном слое материала возникают микротрещины, раскрывающиеся под нагрузкой все больше и больше. В результате конструкция заметно повреждается и может разрушиться.

### 1.6.2. Защита материалов и конструкций от вредного биологического воздействия

Существуют механические, физические, химические, биологические и комбинированные методы защиты материалов и конструкций от биодеструкции. Примеры механического метода – герметизация конструкции, снижение шероховатости и пористости поверхности материалов, физического – термическая обработка, химического – обработка биоцидами, биологического – применение антагонизма микробов и антибиотиков. Комбинированные методы сочетают указанные методы.

В ходе *термообработки* древесины из нее испаряются фенолы, жиры, смолы и т. д., в результате чего она приобретает не только устойчивость к гниению и биологическим воздействиям, но также, помимо прочего, повышенную твердость, износостойкость и пожаробезопасность.

Среди *биоцидов* заметное место занимают *антисептики*. Так, древесные антисептики предохраняют древесину, в частности, от гниения и плесени, а биоциды, добавленные в декоративную штукатурку, делают ее устойчивой против биокоррозии.

При *антагонизме* безвредные для материала конструкции микробы в результате своей жизнедеятельности косвенным образом уничтожают вредных. Используется и прямое уничтожение – полезные микробы-паразиты питаются вредными.

Перспективны и методы защиты, основанные на применении *антибиотиков*, образуемых актиномицетами –подобными грибкам бактериями. Из них были получены, например, стрептомицин, тетрациклины и эритромицин.

### 1.6.3. Благотворное биологическое воздействие

*Живые растения* не только украшают интерьеры, обогащая их эмоциональную атмосферу чрезвычайно ценной для человека с точки зрения психологии природной составляющей (рисунок 1.19). Они также весьма эффективны в санитарно-гигиеническом отношении.



Рисунок 1.19. – Растения в торговом центре «Европа» в г. Вильнюсе, Литва

Многие растения в помещениях, помимо прочего, эффективно собирают пыль и продукты сгорания (они появляются, например, при жарке пищи), понижают уровень содержания углекислого газа в воздухе, насыщая его кислородом, увлажняют и ионизируют воздух, помогают людям улучшать состояние своих дыхательных путей, а также убивают или по меньшей мере подавляют рост болезнетворных микроорганизмов.

Последнее происходит благодаря таким растительным антибиотикам, как *фитонциды*. Они являются биологически активными летучими веществами, которые образуются и выделяются растениями. Примечательно, что на возбудителей заболеваний людей и животных фитонциды оказывают гораздо более сильное влияние, нежели на возбудителей заболеваний растений.

Среди всех растений выделим можжевельник. При прочих равных условиях он выделяет в окружающую среду приблизительно в 6 раз больше фитонцидов по сравнению с другими хвойными растениями и в 15 раз больше, чем лиственные деревья и кустарники. Существует можжевельник, который можно выращивать в помещениях.

Одними из лучших в санитарно-гигиеническом отношении растений являются бамбуковая пальма, бегония, герань, гербера, кипарисовик, кливия, лавр благородный, спатифиллум, фикус Бенджамина, хлорофитум и цитрусовые растения. А рисунок 1.20 на трех примерах демонстрирует богатство и совершенство форм растений, благодаря чему значительно улучшается визуальная атмосфера интерьеров.



а – орхидея; б – соланум (паслен); в – антуриум

Рисунок 1.20. – Комнатные растения

Впрочем, некоторые комнатные растения (их сравнительно немного) являются *вредоносными*. Одни из них ядовиты, другие вызывают аллергические реакции, третьи отличаются тем и другим. Отдельные растения ухудшают самочувствие человека, вызывая, например, головную боль ввиду сильного запаха.

Комплексный учет разнообразных факторов влияния растений на состояние предметно-пространственной среды, а также здоровье и самочувствие человека осуществляется в рамках *фитодизайна*, который можно отнести к одному из проявлений дизайна предметно-пространственной среды в целом и дизайна интерьеров в частности (рисунок 1.21).

*Фитодизайном* называют осмысленную, в т. ч. с позиций науки, интеграцию растений в предметно-пространственную среду помещений. В узко практическом смысле под фитодизайном понимают, в частности, создание композиций из растений с целью улучшения облика внутренних пространств, а также устройство зимних садов и оранжерей. Растениям в рамках фитодизайна отводится роль украшающих, гармонизирующих и оживляющих интерьер элементов. При этом следует понимать, что далеко не все растения любят частое изменение их расположения в помещении. Соответственно, разработка интерьера с растениями – тоже дело весьма сложное и ответственное.



**Рисунок 1.21. – Фитодизайн в The Squaire, самом большом офисном здании Германии, г. Франкфурт-на-Майне**

### **Вопросы для самопроверки**

1. Чем отличаются друг от друга физические и химические процессы?
2. Каковы характерные свойства смесей?
3. Является ли термин «раствор» синонимом термина «дисперсия»?
4. На какие виды подразделяются дисперсии?
5. Какое неорганическое соединение углерода является чрезвычайно токсичным?
6. Чем опасны для зданий и их предметного наполнения кислоты?
7. Какая щелочь применяется для приготовления строительных растворов?
8. Что показывает величина pH?
9. Почему возникают высолы?
10. Какими бывают результаты пагубного воздействия воды на строительные конструкции?
11. Что такое плотность и поверхностная плотность материалов?
12. Каковы отличительные свойства пористых материалов?
13. Чем адгезия отличается от когезии?
14. В чем суть шкалы твердости материалов Мооса?
15. Влияет ли форма сосуда, в котором находится жидкость, на гидростатическое давление?
16. Что происходит с температурой газа при его сжатии?
17. В чем разница между постоянным и переменным током?
18. Как рассчитывается стоимость электроэнергии?
19. Что такое короткое замыкание?
20. Как можно защитить материалы и конструкции от вредного биологического воздействия?
21. В чем заключается благотворное биологическое воздействие живых растений в интерьерах?
22. Какова суть фитодизайна?

## 2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Дизайнер предметно-пространственной среды должен понимать, как конструкции работают под нагрузкой, и уметь выполнять их упрощенные расчеты, относящиеся преимущественно к элементам конструкций (далее – дизайн-расчеты). Это требуется как для разработки конструктивно обоснованных дизайнерских форм, так и для эффективного взаимодействия с инженерами. Учтем при этом, что дизайнер предметно-пространственной среды сталкивается с необходимостью разрабатывать конструктивные решения раньше инженеров, которые затем их корректируют, детализируют и оптимизируют.

### 2.1. Исходные дисциплины; прочность, жесткость и устойчивость

Дизайн-расчеты базируются на ключевых положениях *механики материалов и конструкций* – дисциплины об инженерных расчетах деформируемого твердого тела на прочность, жесткость и устойчивость, которую в случае дизайн-расчетов можно считать расширенной версией таких дисциплин, как *сопротивление материалов (сопромат)* и *теоретическая механика*.

**Прочность** тела в виде материала, конструктивного элемента или конструкции характеризует его способность выдерживать нагрузки, не разрушаясь (рисунок 2.1). Под разрушением понимается нарушение целостности тела, при котором прекращается процесс его деформации. В значительной степени прочность конструктивного элемента и конструкции обуславливается прочностью материала или материалов, из которых они выполнены.



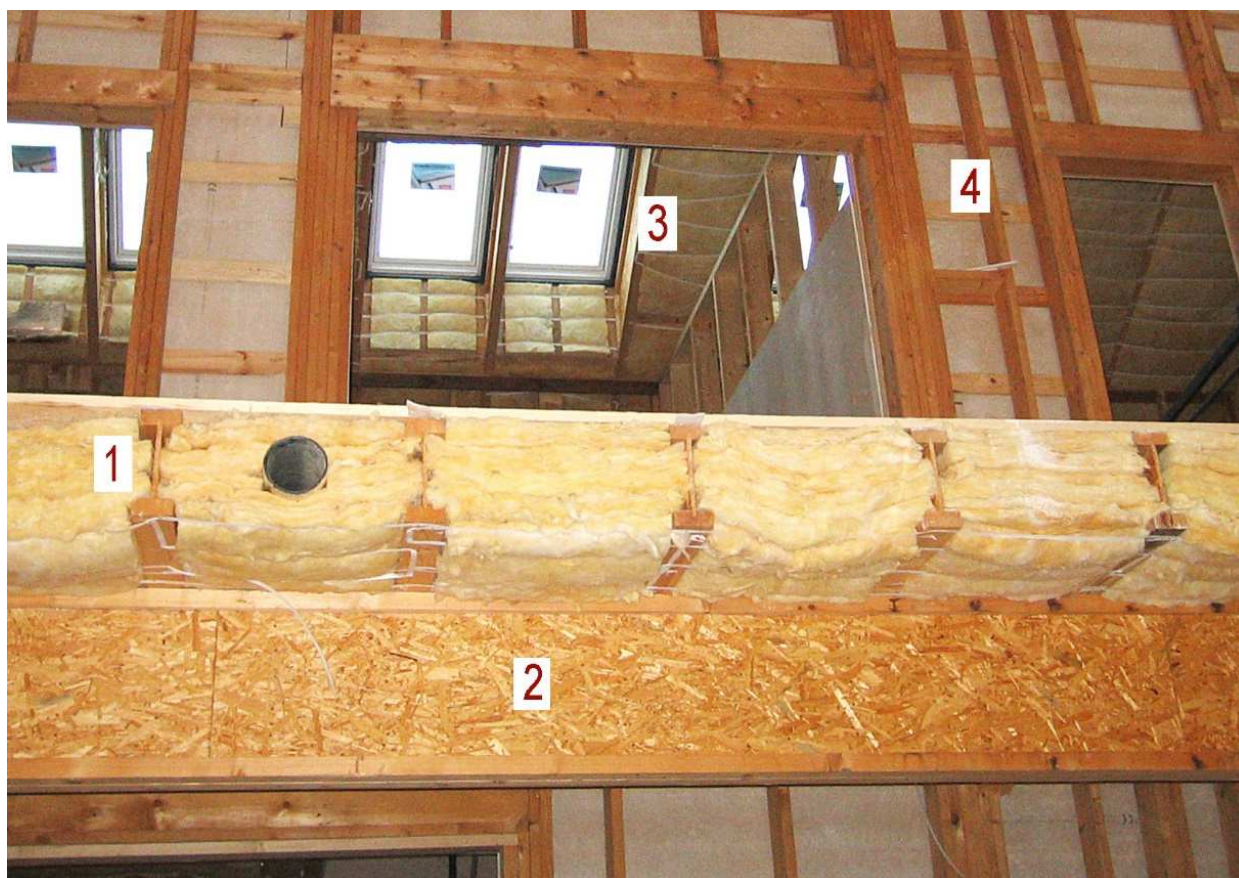
Рисунок 2.1. – Стул, в котором произошло разрушение сварных соединений

**Жесткость** тела характеризует его способность противодействовать нагрузкам без существенного изменения геометрических размеров (формы).

**Устойчивость** тела в виде конструктивного элемента или конструкции характеризует его способность сохранять под нагрузкой исходную форму равновесия. Если небольшое увеличение нагрузки влечет за собой большое отклонение тела от положения равновесия (примеры – выпучивание тонкой стенки платяного шкафа или деревянной двутавровой балки перекрытия), имеет место потеря устойчивости тела. Она может случаться при нагрузках на тело, которые не являются предельными, если определять отдельно его прочность или жесткость.

Так, в случае легкого деревянного каркаса дома особенно внимательно следует проверять на *жесткость* (величину прогиба) и *устойчивость* стенки двутавровые балки, а также на *устойчивость* – стойки стен и перегородок, ввиду сравнительно малых размеров поперечного сечения указанных конструктивных элементов (рисунок 2.2).





1 – второстепенная деревянная двутавровая балка перекрытия; 2 – главная деревянная двутавровая балка перекрытия; 3 – деревянная двутавровая стропильная балка; 4 – деревянная стойка

Рисунок 2.2. – Энергоэффективный дом с деревянным каркасом в процессе строительства

## 2.2. Идеализированные модели, силы, нагрузки

В дизайн-расчетах используются *упрощенные идеализированные модели материалов и конструкций*. Считается, в частности, что в их случае:

- 1) материал является сплошным и однородным;
- 2) материал работает упруго;
- 3) конструктивный элемент после нагружения не изменяет свои геометрические размеры, поэтому расположение внешних сил не меняется;
- 4) результат воздействия нескольких внешних сил на конструктивный элемент равен сумме результатов воздействия каждой отдельно взятой силы и не зависит от порядка приложения сил.

**Сила** – векторная величина, имеющая численное значение, например в кН, и направление в пространстве. Сила тяжести действует вертикально, другие силы действуют в любом направлении.

Силу изображают в виде направленного отрезка прямой линии – стрелки. Длина стрелки масштабна (например, 1 см стрелки – это 10 кН).

Если на физическое тело действует сила, то возникает сила противоположного направления. Действующие в противоположных направлениях силы, если они равны по величине, взаимно уничтожаются. В этом случае имеет место состояние равновесия тела. Оно либо не движется, либо перемещается по прямой линии без ускорения.

Две или несколько сил могут действовать по одной линии или под углом друг к другу.

Силы на одной линии действия суммируют с учетом знака каждой из них, получая *результатирующую силу  $F_R$*  (рисунок 2.3).

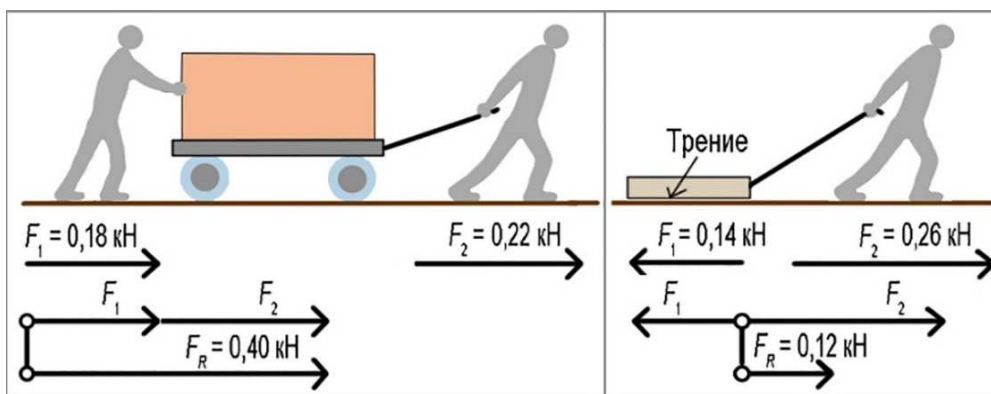


Рисунок 2.3. – Силы на одной линии действия

Если две силы действуют под углом друг к другу, как это бывает, например, в случае опоры настила, определить результирующую силу, то есть сложить две указанные выше силы, можно, построив *параллелограмм* или *треугольники сил* (рисунок 2.4). Используя аналогичные геометрические построения, нетрудно решить и обратную задачу – по одной известной силе определить две других.

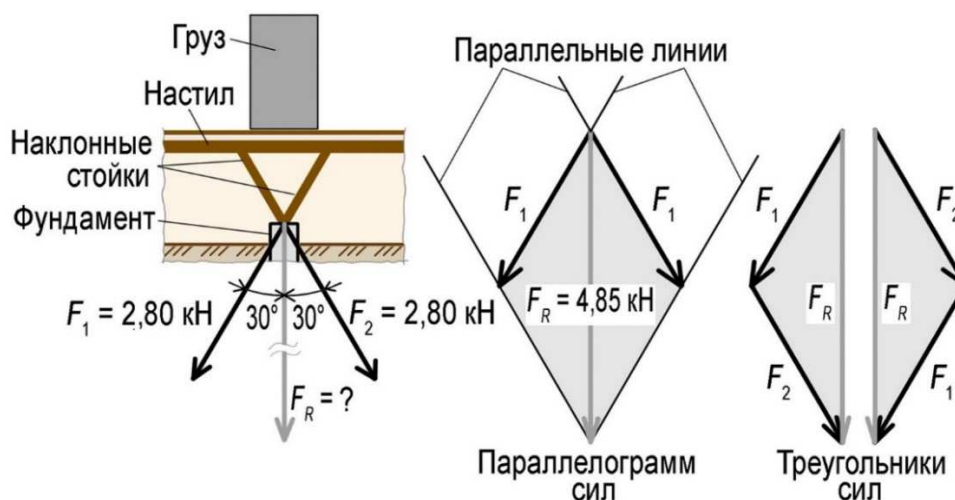


Рисунок 2.4. – Сложение двух сил, действующих под углом друг к другу, с помощью параллелограмма и треугольников сил

Внешние силы разделяют на **активные** и **реактивные** (*реакции связей, опорные реакции*).

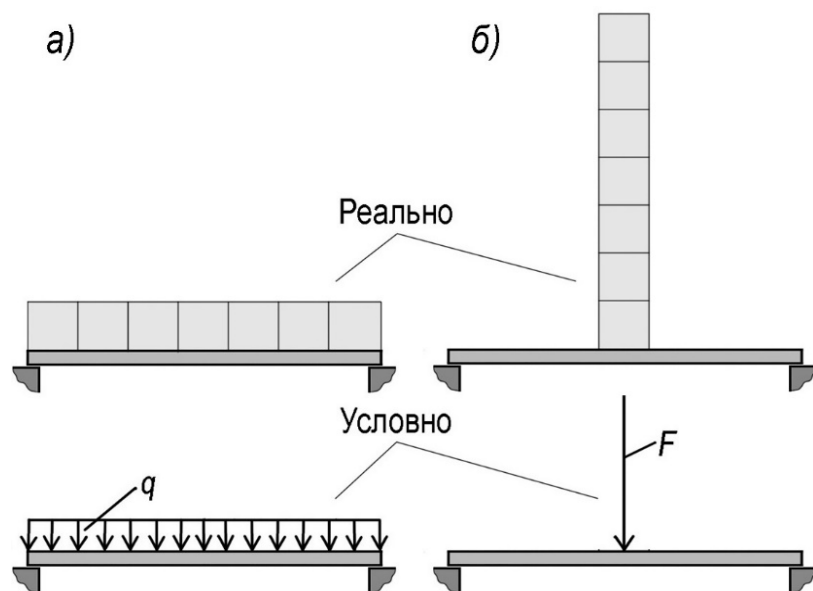
Активная внешняя сила – это **нагрузка**. Нагрузкой называют также совокупность приложенных к конструкции внешних сил, среди которых всегда наличествует сила собственного веса (**собственный вес**) конструкции.

Рассмотренные выше действия с силами в необходимых случаях используются для определения нагрузок на конструкцию и конструктивные элементы.

В зависимости от приложения нагрузки бывают **объемными** (собственный вес, силы инерции) и **поверхностными**. Последние разделяют на **распределенные нагрузки** и **сосредоточенные нагрузки** (рисунок 2.5).

Принимается, что первые имеют нулевую площадь контакта с конструктивным элементом, а вторые, часто бывая **равномерно распределенными** (рисунок 2.5), равномерно прикладываются по всей площади или всей длине конструктивного элемента либо по их части, либо частям.

Равномерно распределенные по площади нагрузки выражают, например, в МПа ( $10^6 \text{ Н/м}^2$ ), а равномерно распределенные по длине – в кН/м. Если такие нагрузки условно заменяют сосредоточенной силой, то имеет место **замененная нагрузка**. Ее используют, например, для расчета **опорных реакций** как **реакций связей** конструкций (см. ниже).



*a* – равномерно распределенная нагрузка; *б* – сосредоточенная нагрузка

Рисунок 2.5. – Нагрузки

В зависимости от характера изменения во времени различают *статические нагрузки* (их величина, направление и место приложения не-изменны или изменяются медленно и не-существенно) и *динамические нагрузки* (их величина, направление и место приложения изменяются быстро и существенно). Пример статической нагрузки – собственный вес книжного шкафа с его содержимым, динамической – прыжок ребенка с дивана на пол.

В дизайн-расчетах используются главным образом статические нагрузки. Причем их желательно определять, стараясь не заглядывать в справочники, для того чтобы оперативно изображать и сравнивать между собой возможные варианты разрабатываемых дизайнерских форм.

Так, например, конструируя стул, нетрудно представить, что на него будут садиться самые разные люди, среди которых, не исключено, окажутся и грузные мужчины массой под 150 кг. А при определении толщины половых досок и расстояния между лагами, на которые они опираются, можно на 1 м<sup>2</sup> пола представить четверых не самых крупных человек общей массой под 300 кг. При этом все эти люди, очевидно, будут оказывать некоторые динамические воздействия на конструкции. Поэтому логично указанные нагрузки увеличить, например, на 20–30%. Два приведенных примера и дополнение к ним показывают, что такое конструкторское мышление, развивать которое в себе должен каждый дизайнер интерьеров.

### 2.3. Этапы дизайн-расчета, метод сечений

*Дизайн-расчет конструктивного элемента* осуществляется в два этапа.

*1-й этап* – статический расчет по правилам и формулам механики материалов и конструкций:

- а) разрабатывается *идеализированная расчетная схема* конструктивного элемента, отражающая его реальную работу под нагрузкой;
- б) определяются *внутренние усилия в опасном сечении* конструктивного элемента.

Расчетная схема требует идеализации геометрической формы реального дизайн-объекта. На начальной стадии изучения дизайн-расчетов можно ограничиться такими формами конструктивных элементов, как брус и стержень.

*Брус* – элемент, у которого длина существенно больше размеров поперечного сечения.

*Балка* – прямой брус, который работает на изгиб.

*Стержень* – брус, который работает на растяжение или сжатие.

*Стойка* или *колонна* – вертикально стоящий брус, который воспринимает сжимающую нагрузку от расположенных выше конструкций.

Опасное сечение является поперечным, в нем действуют самые большие внутренние усилия.

**2-й этап** – расчет конструктивного элемента с целью выбора размеров его поперечного сечения (материал и форма поперечного сечения конструктивного элемента задаются заранее); если, допустим, размеры сечения конструктивного элемента из цельной древесины оказываются слишком большими, можно произвести расчет конструктивного элемента из клееной древесины или стального профиля.

Согласно *аксиоме связей*, равновесие тела не изменится, если действие связей, которые фиксируют тело в пространстве, заменить такими внешними силами, как реакции связей (рисунок 2.6).

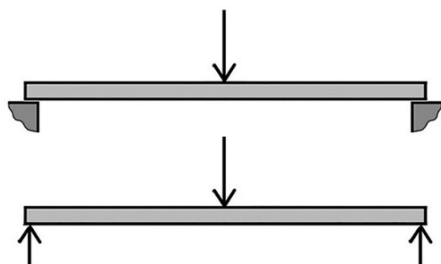
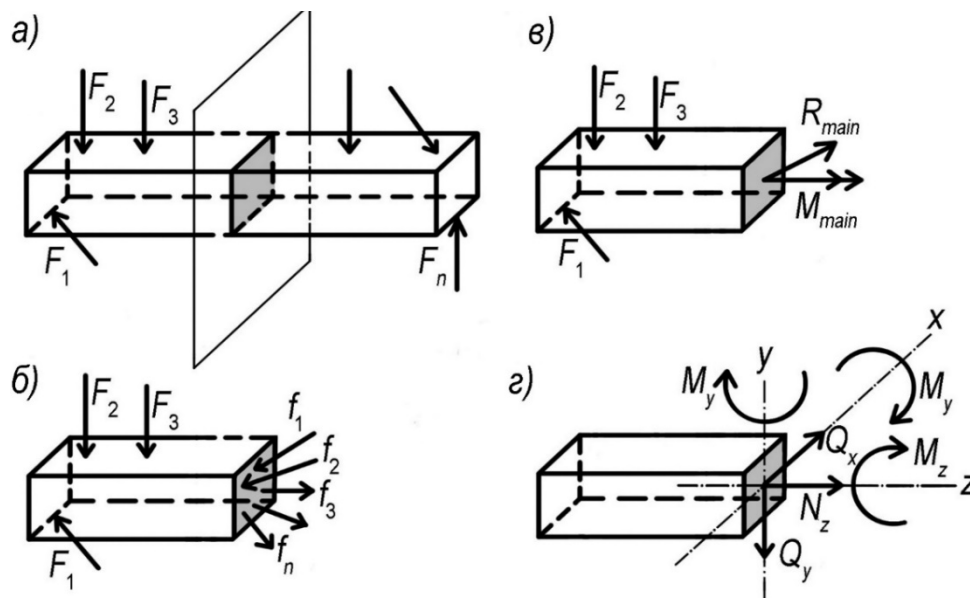


Рисунок 2.6. – Аксиома связей

На аксиоме связей основан *метод сечений*, с помощью которого определяют внутренние силы (рисунок 2.7). Метод сечений, если рассмотреть тело в форме бруса, на который действуют взаимно уравновешенные внешние силы, заключается в следующем:

- 1) брус в рассматриваемом (опасном) сечении условно *разрезают* на две части (рисунок 2.7, а);
- 2) ту часть, к которой приложено больше сил, условно *отбрасывают* (рисунок 2.7, б);
- 3) действие отброшенной части на оставшуюся *заменяют* внутренними силами (рисунок 2.7, б);
- 4) *составляют* уравнения равновесия тех сил, которые приложены к оставшейся части.



**а** – брус, на который действуют взаимно уравновешенные силы  $F_1, F_2, \dots, F_n$ , разрезают в рассматриваемом месте мнимой плоскостью; **б** – действие отброшенной части бруса заменяют внутренними силами  $f_1, f_2, \dots, f_n$ ; **в** – внутренние силы приводят к центру тяжести сечения и заменяют главным вектором  $R_{main}$  и главным моментом  $M_{main}$ ; **г** – главный вектор  $R_{main}$  и главный момент  $M_{main}$  представляют в виде шести составляющих  $N_z, Q_x, Q_y, M_z, M_x, M_y$

Рисунок 2.7. – Метод сечений

При составлении указанных уравнений внутренние силы *приводят* к центру тяжести рассматриваемого (опасного) сечения и заменяют главным вектором и главным моментом (см. рисунок 2.7, в). Главный вектор и главный момент представляют в виде шести составляющих по осям координат  $x$ ,  $y$  и  $z$  (см. рисунок 2.7, з); ось  $z$  направлена по нормали к поперечному сечению, оси  $x$  и  $y$  находятся в его плоскости. Эти составляющие называются *внутренними усилиями*.

На начальной стадии освоения дизайн-расчетов можно ограничиться такими тремя внутренними усилиями, как (см. рисунок 2.7, з):

- *продольная (нормальная) сила* ( $N$ ), которая действует в направлении оси  $z$  ( $N_z$ );
- *поперечная сила* ( $Q$ ), которая действует вдоль оси  $y$  ( $Q_y$ );
- *изгибающий момент* ( $M$ ), который действует относительно оси  $y$  ( $M_y$ ).

Даже данная стандартная система усилий, не являющаяся полной, отражает определенные виды деформации бруса, а значит, имеет очевидный физический смысл. Например, если в поперечном сечении действует лишь осевая (центральная) продольная сила  $N$ , то брус претерпевает либо *осевое (центральное) растяжение*, либо *осевое (центральное) сжатие* (смотря, куда направлена продольная сила). Если же в поперечном сечении бруса присутствует лишь поперечная сила  $Q$ , то его соответствующая часть работает на *сдвиг*.

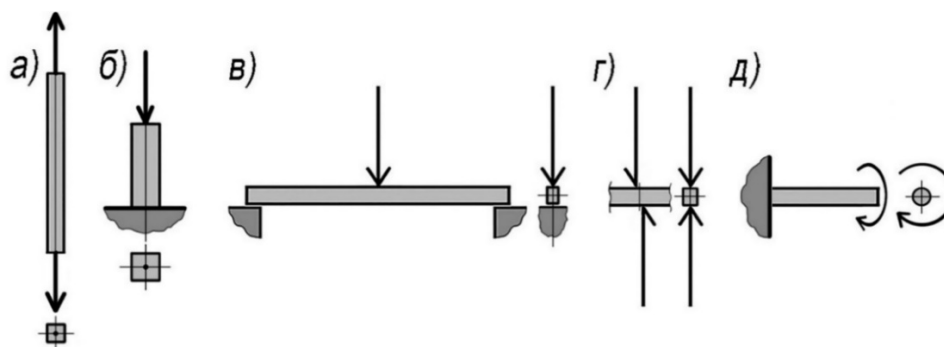
## 2.4. Напряжения и деформации

Упомянутые в подразделе 2.6 осевое растяжение, осевое сжатие и сдвиг являются видами простой деформации тела. Кроме них в перечень простых деформаций следует включить еще деформации *прямого изгиба* и *кручения*.

В случае, допустим, осевого растяжения, конструктивный элемент, например ванта в виде стального стержня, находится в *напряженном состоянии*, т. е. в состоянии внутреннего сопротивления разрыву. Такое сопротивление называется *напряжением*.

**Напряжение** – сила внутреннего сопротивления тела, отнесенная к площади его сечения, а значит, измеряемая в Па, кПа, МПа. Напряжение тем больше при одной и той же нагрузке, чем меньше площадь поперечного сечения конструктивного элемента. С другой стороны, оно тем больше при одной и той же площади поперечного сечения конструктивного элемента, чем больше нагрузка.

Если нагрузка слишком велика, тело разрушается. Достигнутое при разрушении тела напряжение – *разрушающее напряжение*. Применительно к видам простой деформации различают *напряжения*, возникающие при *осевом растяжении*, *осевом сжатии*, *прямом изгибе*, *сдвиге* и *кручении* (рисунок 2.8).



а – осевое растяжение; б – осевое сжатие; в – прямой изгиб; г – сдвиг; д – кручение

Рисунок 2.8. – Виды нагружения стержня

Напряжения, которые действуют перпендикулярно к сечению, называют *нормальными*. Они обозначаются строчной буквой греческого алфавита  $\sigma$ . Напряжения, которые действуют в плоскости сечения, называют *касательными*. Они обозначаются строчной буквой того же алфавита  $\tau$ .

В общем случае напряжение, которое возникает в сечении конструктивного элемента, можно разложить на нормальное и касательное. Но есть внутри элемента ортогональные плоскости, на которых действуют только нормальные напряжения. Эти напряжения называют *главными*. Поясняет сказанное в этом абзаце рисунок 2.9, на котором показан случай осевого растяжения.

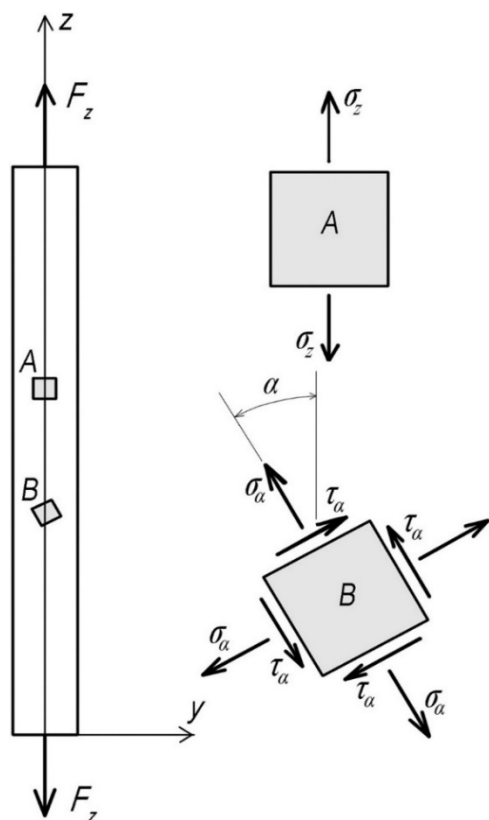


Рисунок 2.9. – Напряжения в малых элементах *A* и *B*, мысленно вырезанных из подвергнутого растяжению стержня

Если материал работает упруго, то зависимость между напряжением и деформацией при растяжении стержня линейна (*закон Гука*):

$$\sigma = E\varepsilon,$$

где  $E$  – модуль упругости материала, Па (кПа, МПа), он различен для разных материалов;  
 $\varepsilon$  – деформация, безразмерная величина, представляет собой удлинение стержня, относенное к его длине.

## 2.5. Дизайн-расчеты, условие прочности при растяжении или сжатии

Дизайн предметно-пространственной среды является художественно-проектной деятельностью, поэтому соответствующие дизайнерские формы в их главных проявлениях создаются по законам художественной композиции, т. е. практически без использования расчетных методов.

Вместе с тем дизайнеру следует уметь поверять гармонию алгеброй – выполнять *проверочные прочностные расчеты* отдельных «подозрительных» конструктивных элементов, с которыми имеют дело дизайнеры предметно-пространственной среды. А это, подчеркнем, элементы конструкций самого разного назначения: мебели и интерьерного оборудования, зданий и сооружений и т. д.

В необходимых случаях дизайнер может заранее вычислять ориентировочные размеры поперечного сечения конструктивных элементов (*проектировочные расчеты*) и максимально возможные в их случае внешние силы (*определение несущей способности*).

Заметим, что при одной и той же внешней форме и габаритных размерах конструктивный элемент может иметь разную несущую способность. Например, стержень из круглой стальной трубы выдерживает более значительную нагрузку, нежели труба с меньшей толщиной стенки, балка из клееной древесины прочнее балки из цельной древесины, железобетонная стойка имеет тем большую несущую способность, чем больше процент ее армирования.

Существуют методы конструктивного расчета по **допускаемым напряжениям**, по **разрушающим нагрузкам** и по **предельным состояниям**. Метод расчета по допускаемым напряжениям, с одной стороны, наиболее неточный, а с другой – наиболее простой для понимания, ведь в его случае считается, что материал работает упруго.

Следовательно, в дизайн-расчетах вполне оправданно использовать именно метод расчета по допускаемым напряжениям.

В общем случае *проверочный прочностной расчет* в соответствии с указанным методом включает в себя следующие этапы:

- 1) разработку расчетной схемы конструктивного элемента с определением действующей на него нагрузки;
- 2) определение внутренних усилий в конструктивном элементе;
- 3) определение возникающих в конструктивном элементе напряжений и сравнение их с допускаемыми.

Нагляднее всего метод допускаемых напряжений проявляет себя при рассмотрении осевого растяжения или сжатия.

**Условие прочности** стержня, работающего на осевое растяжение или сжатие:

$$\sigma_{\max} = N_z / A \leq [\sigma],$$

где  $\sigma_{\max}$  – наибольшее по абсолютному значению нормальное напряжение в стержне или, иначе, напряжение в опасном поперечном сечении, Па (МПа);

$N_z$  – продольная сила в этом сечении от расчетных нагрузок (их значения устанавливаются соответствующими нормами), Н (кН);

$A$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;

$[\sigma]$  – допускаемое нормальное напряжение материала стержня (ориентировочные допускаемые напряжения для некоторых материалов при растяжении, сжатии и изгибе приведены в таблице 4), Па (МПа).

Таблица 4. – Ориентировочные допускаемые напряжения

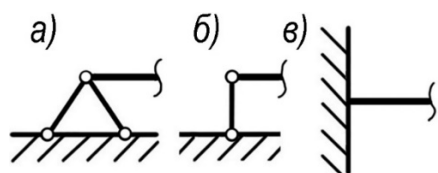
| Материал   | Допускаемое нормальное напряжение, МПа |            |            |
|--|--|------------|------------|
|  | при растяжении                         | при сжатии | при изгибе |
| Сталь нержавеющая  | 300,00                                 | 300,00     | 380,00     |
| Медь   | 60,00                                  | 60,00      | 70,00      |
| Алюминий   | 40,00                                  | 40,00      | 50,00      |
| Сосна вдоль волокон  | 7,00                                   | 10,00      | 10,00      |
| Дуб вдоль волокон  | 8,00                                   | 11,00      | 11,00      |
| Ячеистый бетон плотностью 500 кг/м <sup>3</sup> , класса по прочности на сжатие В2,5 (2,5 МПа) | 0,10                                   | 0,70       | 0,16       |
| Бетон класса по прочности на сжатие С <sup>25/30</sup> (кубиковая прочность 30 МПа)            | 1,20                                   | 12,00      | 2,00       |

Если идти от предельного (опасного) напряжения материала стержня  $\sigma_u$ , то:

$$[\sigma] = \sigma_u / k,$$

где  $k$  – коэффициент запаса (можно задавать такие, например, ориентировочные значения  $k$ : для древесины – 5,0, для стали – 1,5, для железобетона – 3,0).

При разработке расчетных схем используют три основных типа идеализированных опор конструктивных элементов: *неподвижную шарнирную*, *подвижную шарнирную* и *зашемление* (рисунок 2.10).



*а* – неподвижная шарнирная; *б* – подвижная шарнирная;  
*в* – защемление

Рисунок 2.10. – Типы идеализированных опор

*Неподвижная шарнирная опора* не ограничивает поворот опорного сечения балки, но не дает ей сместиться и в продольном, и в поперечном направлении. Значит, в такой опоре действуют вертикальная и горизонтальная составляющие реакции.

*Подвижная шарнирная опора* не ограничивает поворот опорного сечения и продольное смещение балки, но не допускает поперечного смещения. Значит, в такой опоре действует лишь одна, вертикальная, составляющая реакции.

*Зашемление*, или *жесткая заделка*, не допускает поворот опорного сечения балки, а также ее продольное и поперечное смещение.

## 2.6. Осевое растяжение

Осевым (центральным) растяжением, как и осевым (центральным) сжатием, называют деформацию стержня, в случае которой равнодействующая внутренних сил в его сечениях действует вдоль оси  $z$ .

На осевое растяжение работают, например, оттяжки тентовых конструкций, затяжки арок, подвески подвесных потолков, подвесы люстр, подвесы лестниц. Для восприятия растяжения подходят, например, сталь и дерево. Бетон и другие каменные материалы на растяжение работают плохо. Если сечение конструктивного элемента ослаблено, при расчете необходимо исходить из минимальной площади материала элемента в сечении.

### *Пример решения задачи на осевое растяжение (проверочный расчет)*

*Дано:* на осевое растяжение в конструкции подвесной лестницы (рисунок 2.11), уклон которой равен  $45^\circ$ , работают круглые стержни из нержавеющей стали, удерживающие с одной стороны деревянные ступени длиной 800 мм; с другой стороны каждая ступень опирается на два уголка из нержавеющей стали, которые крепятся к каменной стене; к каждому стержню, за исключением одного, подвешиваются по две ступени; диаметр каждого стержня 15 мм; временная нагрузка на перекрытие и собственный вес элементов лестницы –  $2,70 \text{ кН/м}^2$  (с учетом увеличения для надежности примерно на 30%). Остальные параметры приведены на рисунке 2.12.

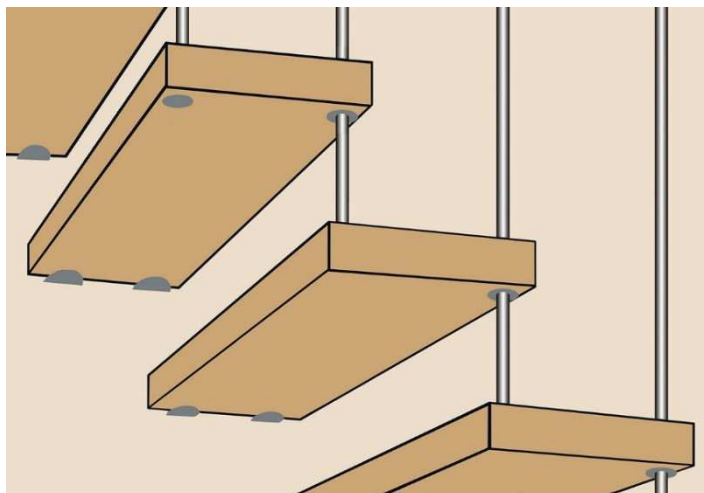


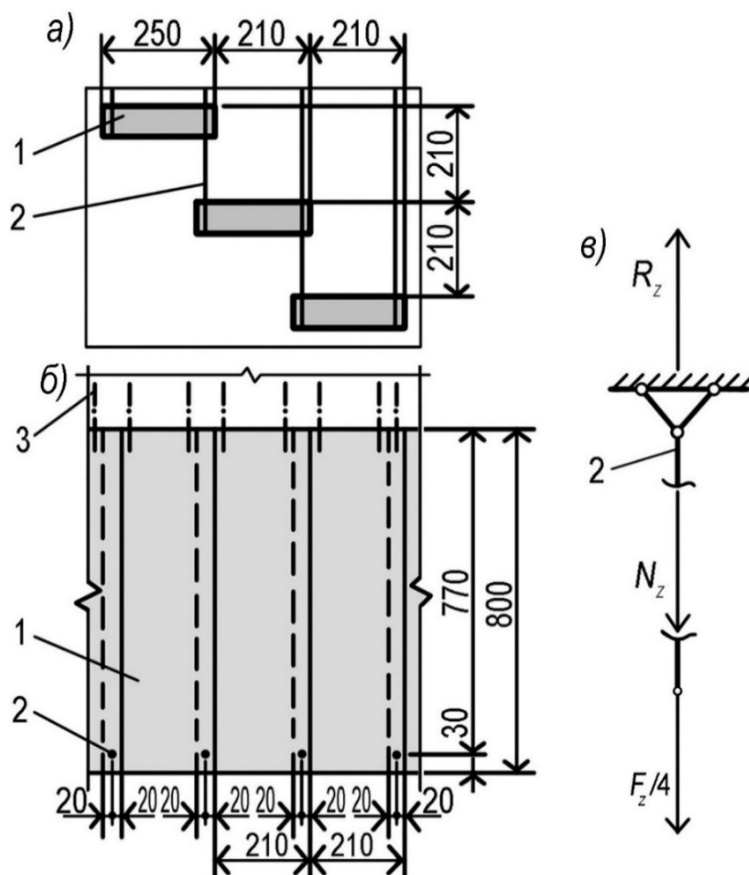
Рисунок 2.11. – Подвесная лестница



Требуется: проверить прочность растянутых стержней.

Решение

Необходимые для понимания конструкции лестницы изображения и ее расчетная схема показаны на рисунке 2.12.



**а** – фрагмент продольного разреза лестницы; **б** – фрагмент вида лестницы сверху; **в** – расчетная схема; 1 – ступень; 2 – стержень

**Рисунок 2.12.** – К проверке прочности растянутых стержней подвесной лестницы

Выбираем тот вид нержавеющей стали, у которой допускаемое растягивающее напряжение равно 300,00 МПа.

Ориентировочный расчет позволяет пренебречь фактическими особенностями формы опор и расстояниями между ними. Значит, длина и ширина ступени – соответственно 800 и 210 мм. Т. к. подступенков нет, принимаем расчетную ширину ступени с учетом ее части, находящейся над или под соседней ступенью, т. е. равной 250 мм.

Замененная сосредоточенная нагрузка, действующая на одну ступень:

$$F_z = 2,70 \cdot 0,80 \cdot 0,25 = 0,54 \text{ кН.}$$

Каждый стержень растягивается с силой:

$$N_z = \frac{F_z}{4} = \frac{0,54}{4} = 0,135 \text{ кН.}$$

Максимальное растягивающее напряжение в стержне:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{A} = \frac{0,135}{0,000177} = 762,71 \text{ кН/м}^2 = 0,76 \text{ МПа} \ll [\sigma] = 300,00 \text{ МПа.}$$

### Комментарий

В данном примере максимальное растягивающее напряжение меньше допускаемого почти в 400 раз. Но уменьшать диаметр стержней, чтобы получить минимальный расход нержавеющей стали, не стоит, исходя, во-первых, из эстетических соображений, а во-вторых, понимая, что стержни, как и вся конструкция лестницы, должны обладать достаточной жесткостью, не изгибаясь в случае приложения к ним неосевых эксплуатационных нагрузок.

## 2.7. Осевое сжатие, внецентренное сжатие, продольный изгиб

Расчет конструктивных элементов на сжатие чрезвычайно важен, т. к. зачастую разрушение сжатого стержня становится катастрофическим для конструкции.

Существует сравнительно немного видов реальных конструктивных элементов, работающих исключительно на осевое сжатие (например, конструкции башенного типа, если на них не действуют ветровые нагрузки). Так получается потому, что в таких элементах имеет место тот или иной *случайный эксцентриситет* – смещение точки приложения равнодействующей сжимающих сил относительно центра тяжести поперечного сечения элемента (бывает также *конструктивный эксцентриситет*). Если гибкость стержня и эксцентриситеты малы, последними в дизайн-расчетах можно пренебречь. Что касается растянутых конструктивных элементов, то они, как правило, не требуют учета эксцентриситетов при дизайн-расчетах.

Если нагрузка прилагается с эксцентриситетом, то стержень работает на *внецентренное сжатие*. Внецентренное сжатие воспринимают, например, такие реальные конструктивные элементы, как колонны, верхние пояса ферм, кирпичная кладка наружных несущих стен. При первой возможности передавать сжимающую нагрузку на стержень следует в пределах ядра его поперечного сечения (рисунок 2.13). В этом случае во всех точках этого сечения действуют только сжимающие напряжения. Особенно это касается бетонных и железобетонных стержней, т. к. бетон плохо работает на растяжение.

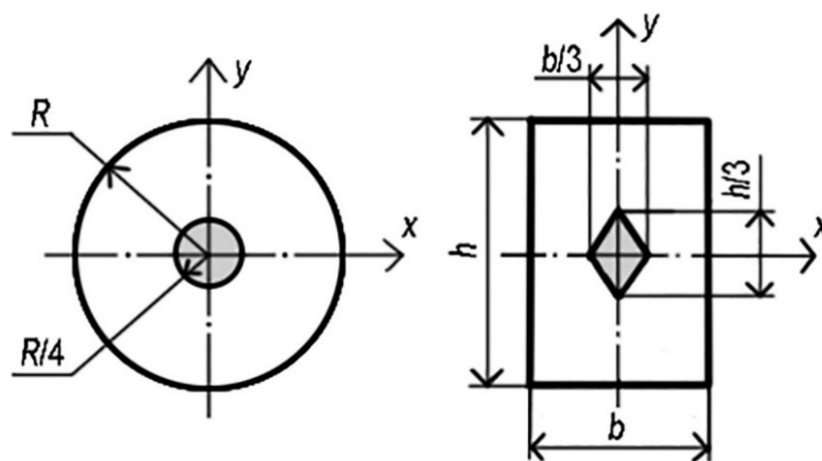


Рисунок 2.13. – Форма и размеры ядра сечения для круга и прямоугольника

Если отношение длины стержня к размерам его поперечного сечения невелико, ориентировочно до 6, то высока вероятность, что при осевом сжатии он почти до разрушения будет работать именно таким образом. Если же указанное отношение велико, то при осевом сжатии первоначально прямой стержень будет претерпевать *продольный изгиб* – изгиб вследствие потери им устойчивости (рисунок 2.14). Продольный изгиб подвергнутых осевому сжатию стержней, например железобетонных колонн, очень опасен, т. к. наступает неожиданно и развивается мгновенно. Такой изгиб проявляет себя тем больше, чем стержень длиннее и тоньше. Лучше всего подходят для противодействия продольному изгибу стержни, имеющие круглую и квадратную форму поперечного сечения.

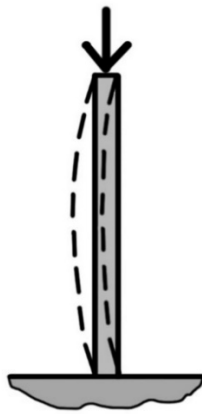


Рисунок 2.14. – Продольный изгиб

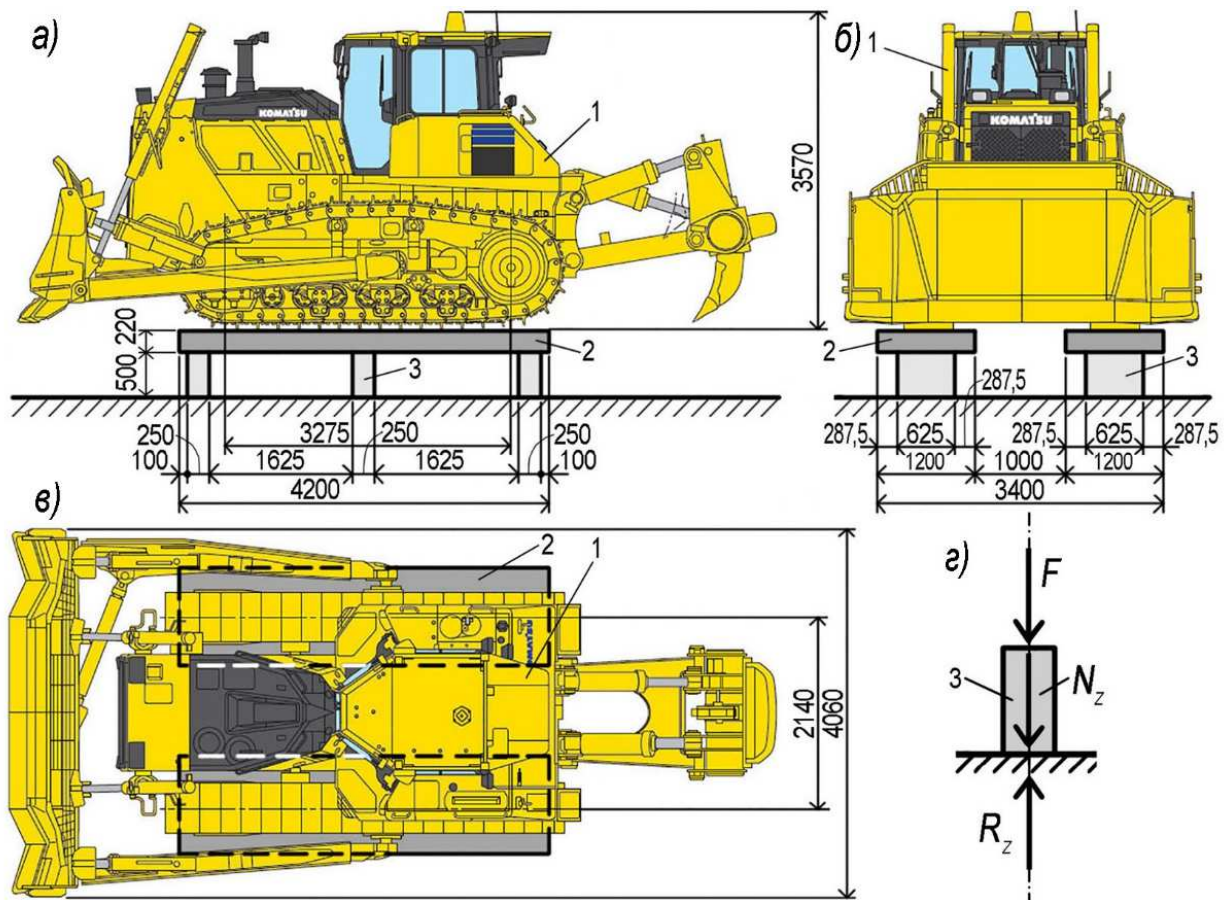
**Пример решения задачи на осевое сжатие (проверочный расчет)**

Дано: на выставочном стенде одновременно демонстрируются ячеистобетонные блоки плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  и прочностью  $1,5 \text{ МПа}$ , усиленные сборные многпустотные железобетонные плиты и бульдозер массой  $40\,000 \text{ кг}$ ; последний установлен на плиты, под каждой из которых находятся по 3 блока. Остальные параметры приведены на рисунке 2.15.

Требуется: проверить прочность сжатых ячеистобетонных блоков.

Решение

Необходимые для понимания конструкции стенда изображения и его расчетная схема показаны на рисунке 2.15.



*а, б, в* – виды выставочного стенда соответственно сбоку, спереди, сверху; *б* – расчетная схема; *1* – бульдозер; *2* – железобетонная плита; *3* – ячеистобетонный блок

Рисунок 2.15. – К проверке прочности сжатых ячеистобетонных блоков

Предполагается, что плиты, будучи усиленными, надежно выдержат прилагаемые к ним нагрузки и передадут их на блоки. Ориентировочный расчет позволяет пренебречь фактическими особенностями опорных поверхностей. Принимаем допустимое напряжение сжатия для ячеистого бетона равным 0,70 МПа. Предусматриваем установку блоков на силовой пол стороной, размер которой 625 × 250 мм, так, чтобы на них приходилась одинаковая нагрузка сжатия.

Общая площадь поперечных сечений 6 блоков:

$$A = 0,625 \cdot 0,250 \cdot 6 = 0,938 \text{ м}^2.$$

Увеличив нагрузку от бульдозера для надежности примерно на 30%, получаем

$$N_z = 500,00 \text{ кН.}$$

Максимальное сжимающее напряжение в блоках

$$\sigma_{\max} = N_z / A = \frac{500,00}{0,938} = 533,16 \text{ кН/м}^2 = 0,53 \text{ МПа} < [\sigma] = 0,70 \text{ МПа.}$$

#### Комментарий

В данном примере максимальное сжимающее напряжение меньше допустимого примерно на треть. Значит, при соблюдении общих требований безопасности стенд сам по себе вполне безопасен для зрителей, в т. ч. находящихся в кабине бульдозера.

## 2.8. Изгиб

Рассмотрим изгиб на примере одного из его видов – *прямого (плоского) изгиба*, причем применительно к *балке* прямоугольного поперечного сечения из однородного материала, имеющего одинаковую прочность на растяжение и сжатие. При таком изгибе плоскость действия нагрузки совпадает с продольной осью балки и вертикальной осью симметрии ее поперечного сечения (рисунок 2.16).

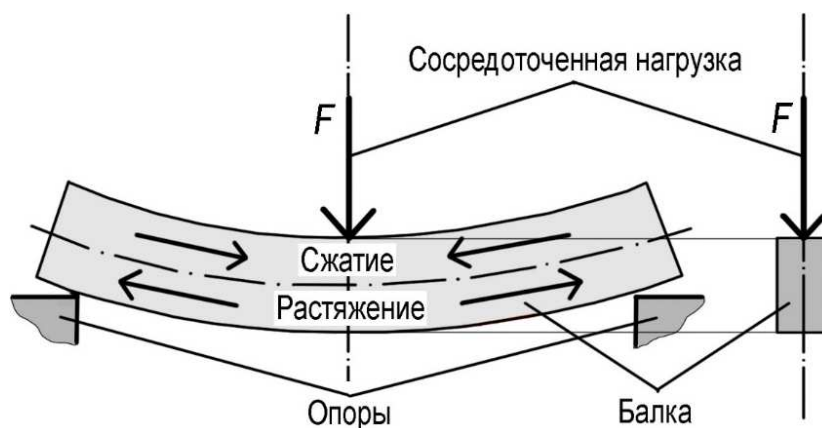


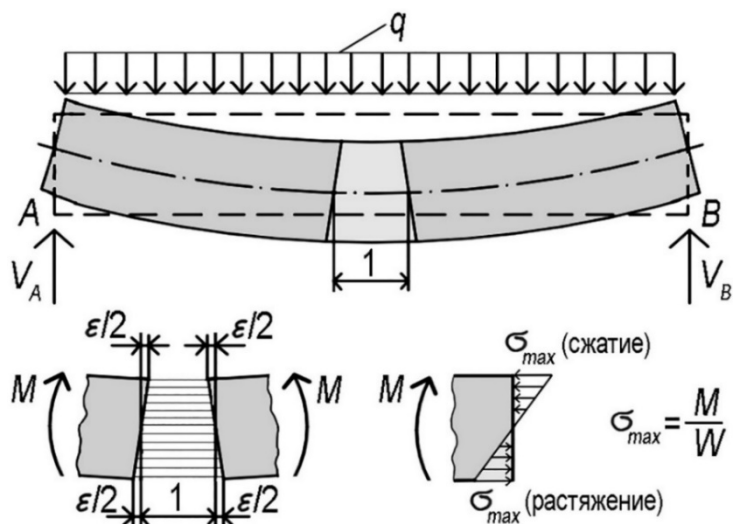
Рисунок 2.16. – Прямой (плоский) изгиб

Ключевая особенность изгибаемого элемента в том, что в его поперечных сечениях одновременно действуют растяжение и сжатие.

Упрощенная модель изгиба такова (рисунок 2.17):

а) изгибаемый элемент состоит из пакета тончайших фибр (полос), деформирующихся в плоскости изгиба независимо друг от друга;

б) два любых поперечных сечения, находящихся вблизи друг от друга и перпендикулярных оси изгибаемого элемента, перпендикулярны этой как бы провисающей оси.



$l$  – расстояние между поперечными сечениями, находящимися вблизи друг от друга;  
 $q$  – равномерно распределенная по длине балки нагрузка;  $\varepsilon$  – относительная деформация;  
 $\sigma_{\max}$  – напряжения в крайних слоях волокон;  $M$  – изгибающий момент;  
 $W$  – момент сопротивления сечения (для распространенных форм сечения – справочная величина);  
 $A$  и  $B$  – места расположения опор;  $V_A$  и  $V_B$  – опорные реакции

Рисунок 2.17. – Упрощенная модель изгиба

При взаимном повороте двух поперечных сечений при изгибе сильнее всего растягивается крайняя нижняя полоса, вследствие чего в ней возникает максимальное растягивающее напряжение. Каждая последующая полоса растягивается все слабее, а значит, по мере удаления от крайней нижней полосы растягивающие напряжения в полосах уменьшаются. Подобные рассуждения имеют силу, если идти и от крайней верхней полосы. Надо только иметь в виду, что она претерпевает наибольшее сжатие. Средняя же полоса не растягивается и не сжимается, т. е. вообще не деформируется.

Деформации растяжения и сжатия и соответствующие им нормальные напряжения распределяются по высоте сечения линейно. Кроме нормальных, в плоскости сечения действуют касательные напряжения.

На изгиб работают, например, балки и плиты перекрытия, сиденья скамеек, штанги для плечиков платяного шкафа, гимнастическое бревно.

### Пример решения задачи на прямой изгиб (проверочный расчет)

Дано: основные балки междуэтажного перекрытия небольшого коттеджа пролетом 3,40 м уложены с шагом  $a = 0,50$  м; высота и ширина поперечного сечения каждой балки соответственно  $h = 0,20$  и  $b = 0,05$  м; балки несут постоянную нагрузку интенсивностью  $0,50$  кН/м<sup>2</sup> (с учетом увеличения для надежности примерно на 15%) от собственного веса, веса дощатого напольного покрытия, ленточных звукоизоляционных подкладок, провисающей полимерной пленки, звукоизоляционных плит из минеральной ваты и потолочной подшивки из вагонки; временная нагрузка на перекрытие (с учетом увеличения для надежности примерно на 30%) –  $3,00$  кН/м<sup>2</sup> (рисунок 2.18, а).

Требуется: проверить прочность балок по нормальным напряжениям.

Решение

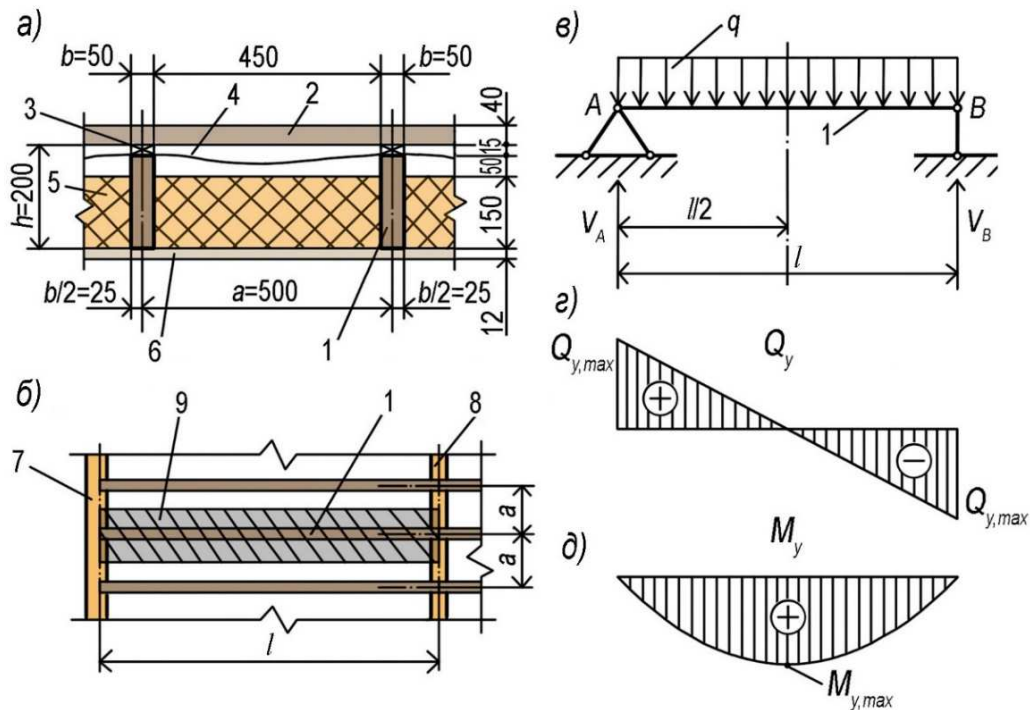
На рисунке 2.18, б показана грузовая площадь, приходящаяся на одну балку.

Равномерно распределенная по длине балки нагрузка:

$$q = (0,50 + 3,00)0,5 = 1,75 \text{ кН/м.}$$

Эта нагрузка показана на расчетной схеме, на ней показаны также опорные реакции  $V_A$  и  $V_B$  (рисунок 2.18, в).

Эпюры поперечных сил ( $Q_y$ ) и эпюры изгибающих моментов ( $M_y$ ) показаны на рисунке 2.18, з, д.



**а** – фрагмент сечения перекрытия; **б** – фрагмент раскладки балок; **в** – расчетная схема балки; **з** – эпюра поперечных сил; **д** – эпюра изгибающих моментов; **1** – балка; **2** – дощатый настил; **3** – ленточная звукоизоляционная прокладка; **4** – провисающая полимерная пленка; **5** – звукоизоляционные плиты (3 слоя); **6** – вагонка; **7** – наружная стена; **8** – внутренняя стена; **9** – грузовая площадь

**Рисунок 2.18. – К проверке прочности балок междуэтажного перекрытия по нормальным напряжениям**

Т. к. равномерно распределенная по длине балки нагрузка действует вертикально вниз, обе опорные реакции направлены вертикально вверх:

$$V_A = V_B = \frac{ql}{2} = \frac{1,75 \cdot 3,40}{8} = 2,98 \text{ кН.}$$

Максимальные, равные по величине и разные по знаку, поперечные силы действуют на опорах. По абсолютной величине они равны:

$$Q_{y,\max} = \frac{ql}{2} = 2,98 \text{ кН.}$$

Максимальный изгибающий момент действует в поперечном сечении посередине длины балки:

$$M_{y,\max} = V_A \frac{l}{2} - q \frac{l}{2} \frac{l}{4} = \frac{ql^2}{8} = \frac{1,75 \cdot 3,40^2}{8} = 2,53 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для того чтобы вычислить максимальное нормальное напряжение, следует знать момент сопротивления сечения относительно оси  $x$ :

$$W_x = \frac{bh^3}{6} = \frac{0,05 \cdot 0,20^3}{6} = 0,0000667 \text{ м}^3.$$

Максимальное нормальное напряжение (рисунок 2.17):

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,\max}}{W_x} = \frac{2,53}{0,0000667} = 37931 \text{ кН/м}^2 \approx 37,93 \text{ МПа} \gg 10,00 \text{ МПа.}$$

Т. к. прочность балки оказалась намного меньше допустимой, следует подобрать новые размеры ее сечения, понимая, что в большей степени на величине момента его сопротивления сказывается размер  $h$ , а слишком тонкая балка может иметь недостаточную жесткость в плоскости изгиба. Сразу или в ходе нескольких подборов можно прийти к таким размерам:  $b = 0,08 \text{ м}$ ,  $h = 0,27 \text{ м}$ . Они и дают требуемый результат:

$$W_x = \frac{bh^3}{6} = \frac{0,08 \cdot 0,27^3}{6} = 0,0000262 \text{ м}^3,$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{y,\max}}{W_x} = \frac{2,53}{0,0000262} = 9656 \text{ кН/м}^2 \approx 9,66 \text{ МПа} < 10,00 \text{ МПа.}$$

### Комментарий

Если представить себе коттедж целиком, то по логике вещей в нем не должно быть перекрытий пролетом более 3,4 м. Иначе расчет перекрытия необходимо было выполнять применительно к наибольшему пролету.

## 2.9. Сдвиг

**Сдвиг** – такая деформация конструктивного элемента (бруса), при которой в его поперечных сечениях действует лишь поперечная сила. Еще такую деформацию называют **чистым сдвигом**.

Можно полагать, что деформация сдвига возникает при действии расположенных вблизи и одинаковых по величине сил, направленных в противоположные стороны перпендикулярно продольной оси бруса.

Фактически при сдвиге поперечная сила дополняется изгибающим моментом. Но им ввиду малости пренебрегают.

Разрушение, происходящее от взаимного сдвига частей бруса, или как бы их скольжения относительно друг друга, – это **срез**. Понятия «сдвиг» и «срез» нередко отождествляют. Деформации сдвига вызываются касательными напряжениями (напряжениями сдвига).

Условие прочности при сдвиге:

$$\tau = \frac{Q}{A} \leq [\tau],$$

где  $\tau$  – касательное напряжение в любой точке поперечного сечения бруса;

$Q$  – поперечная сила от расчетных нагрузок, Н (кН);

$A$  – площадь поперечного сечения бруса, м<sup>2</sup>;

$[\tau]$  – допускаемое касательное напряжение материала бруса:

$$[\tau] = (0,5 \dots 0,6)[\sigma],$$

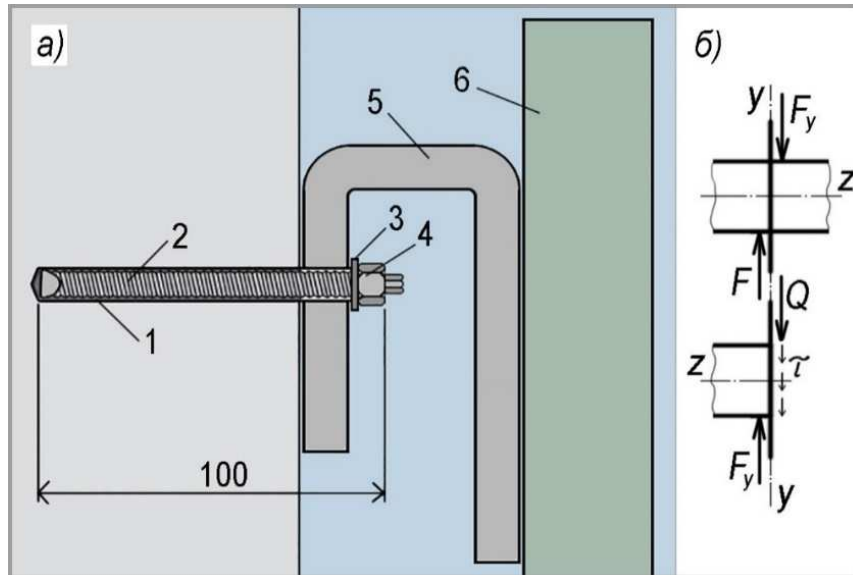
где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение при растяжении того же материала, Па (МПа).

На сдвиг работают, например, заклепки в накладных соединениях двутавров, подвергаемых растяжению, болт в соединении, в состав которого входят также проушина и серьга, анкерные болты, с помощью которых на стену навешивается панно.

**Пример решения задачи на сдвиг (проектировочный расчет)**

*Дано:* в достаточно прочную бетонную стену вмонтированы два химических анкера, состоящих из специального клевого состава и анкерного стержня длиной 100 мм (допускаемое растягивающее напряжение стали 110,00 МПа); на болты навешивается рекламный щит массой 240 кг, после чего на анкерные стержни через шайбы накручиваются шестигранные гайки (рисунок 2.19).

*Требуется:* определить диаметр анкерных стержней.



*a* – узел навески рекламного щита; *б* – расчетная схема;  
1 – химический состав; 2 – химический анкер; 3 – шайба; 4 – гайка;  
5 – стальная скоба; 6 – панель рекламного щита

**Рисунок 2.19. – К определению диаметра анкерных стержней**

*Решение*

Нагрузка на каждый анкерный болт с учетом увеличения для надежности примерно на 30%:

$$F = \frac{240}{2} 10,197 \cdot 1,30 = 1590,73 \approx 1600 \text{ Н.}$$

Поперечная сила, действующая в поперечном сечении,

$$Q = F = 1600 \text{ Н.}$$

Допускаемое касательное напряжение:

$$[\tau] = 110,00 \cdot 0,5 = 55,00 \text{ МПа.}$$

Площадь поперечного сечения анкерного стержня:

$$A = \frac{Q}{\tau} = \frac{1600}{55,00 \cdot 10^6} = 0,00002909 \text{ м}^2 = 29,09 \text{ мм}^2.$$

Диаметр анкерного стержня:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 29,09}{\pi}} = 6,09 \text{ мм.}$$



### *Комментарий*

Полученный результат позволяет выбрать изготавливаемые промышленностью анкерные стержни диаметром 8 мм и длиной 100 мм. В данном случае значительный запас прочности анкерных стержней, с одной стороны, почти не скажется на стоимости всей конструкции, а с другой – обеспечит дополнительную безопасность ее монтажа и эксплуатации.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое прочность, жесткость и устойчивость тела?
2. В чем смысл упрощенных идеализированных моделей материалов и конструкций?
3. Как определить результирующую силу?
4. Какими бывают внешние силы и нагрузки?
5. В чем заключается дизайн-расчет конструктивного элемента?
6. Какова суть метода сечений?
7. Какими бывают виды нагружения стержня?
8. Что такое напряжение и какими бывают его виды?
9. О чем гласит закон Гука?
10. Какие бывают виды дизайн-расчетов?
11. В чем суть метода расчета по допускаемым напряжениям?
12. Какие виды идеализированных опор конструктивных элементов используют при разработке расчетных схем?
13. Каково условие прочности стержня при осевом растяжении или сжатии?
14. Какие конструктивные элементы работают на растяжение?
15. Что такое внецентренное сжатие?
16. Какие конструктивные элементы и конструкции работают на сжатие?
17. Чем характерен продольный изгиб?
18. Какие конструкции воспринимают продольный изгиб?
19. Что такое прямой (плоский) изгиб?
20. Какова упрощенная модель изгиба?
21. Какие конструкции работают на изгиб?
22. Что такое сдвиг и чистый сдвиг?
23. Каково условие прочности при сдвиге?
24. Какие конструктивные элементы работают на сдвиг?

### 3. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Дизайнер предметно-пространственной среды в своей профессиональной деятельности должен в полной мере учитывать природно-климатические условия, в которых существуют здания и другие средовые объекты, а также находящиеся в них люди, животные и растения. Неважно при этом, как именно происходит интеграция упомянутых объектов в окружающую среду. Ведь любой из них так или иначе зависит от природы и эксплуатирует ее, например выделяя в атмосферу парниковые газы. А людям с представителями фауны и флоры нужен комфорт, который во многом зависит от климатических факторов.

#### 3.1. Архитектурная климатология и архитектурная климатография

Изучением влияния климата на архитектурно-строительную и градостроительную деятельность человека занимается такая наука, как *архитектурная климатология*. В настоящем пособии рассматривается ее часть – *архитектурная климатография*. Ее объект – фактическая информация о типах климата и их распределении по Земле, которая получается в результате статистической обработки многолетних метеорологических наблюдений. Архитектурная климатография в отличие от архитектурной климатологии не имеет дела с причинами формирования климата и его изменениями во времени.

#### 3.2. Атмосфера

Земные здания возводятся в *атмосфере*, которая является газовой оболочкой нашей планеты. Основную информацию об атмосфере дают метеонаблюдения. Они круглосуточно ведутся на метеорологических станциях. Вместе с наблюдениями за фактическим состоянием атмосферы осуществляется математическое моделирование.

Смесь газов, из которых состоит атмосфера, – это *воздух*. У одних из этих газов постоянная концентрация, у других – переменная. У поверхности земли в широком диапазоне изменяется концентрация *водяного пара* – почти от нуля до нескольких процентов по массе. В связи с этим в метеорологии отдельно рассматривают *сухой* и *влажный воздух*. Сухой чистый воздух состоит из азота  $N_2$  (78% по объему), кислорода  $O_2$  (21%), аргона (0,93%), углекислого газа  $CO_2$  (0,03%) и небольшого количества других газов (неон, криптон, метан, гелий, водород, ксенон, озон).

Значительно меняется также концентрация углекислого газа и озона. Углекислый газ и другие *парниковые газы*, в значительной степени являющиеся продуктами человеческой деятельности, усиливают *парниковый эффект*, создаваемый прежде всего водяным паром (рисунок 3.1). Что касается *озона*, он, находясь в очень малом количестве в слое атмосферы высотой 60–70 км от поверхности Земли, защищает живые организмы от солнечного излучения с длиной волны менее 0,28 мкм, которое обладает канцерогенными свойствами.



Рисунок 3.1. – Упрощенная схема парникового эффекта

В атмосферном воздухе находятся также различные *аэрозоли* – твердые и жидкие вещества естественного и антропогенного происхождения. Их негативное влияние заключается в том, что они, рассеивая солнечную радиацию (излучение), еще и способствуют образованию облаков, которые ее отражают в космос.

Очевидно, что все земляне, в т. ч. и дизайнеры интерьеров, просто обязаны спасти свою планету от перегрева. Серьезность ситуации с климатом Земли в августе 2019 г. отметил генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш: «Согласно данным Всемирной метеорологической организации, уровень концентрации углекислого газа в атмосфере достиг высочайшей отметки за всю историю человечества: такой уровень концентрации CO<sub>2</sub> существовал 3–5 млн лет назад, тогда и температура была значительно выше, и уровень поверхности морей был на 10–20 м выше», – и заявил: «Все происходящее – это чрезвычайная климатическая ситуация».

Воздух создает на каждой единичной горизонтальной площадке в атмосфере определенное давление, являющееся весом столба воздуха над такой площадкой. Среднее *атмосферное давление* (давление воздуха) на уровне моря на широте 45° равно 1013,3 гПа (гектопаскаль), или 760 мм рт. ст.

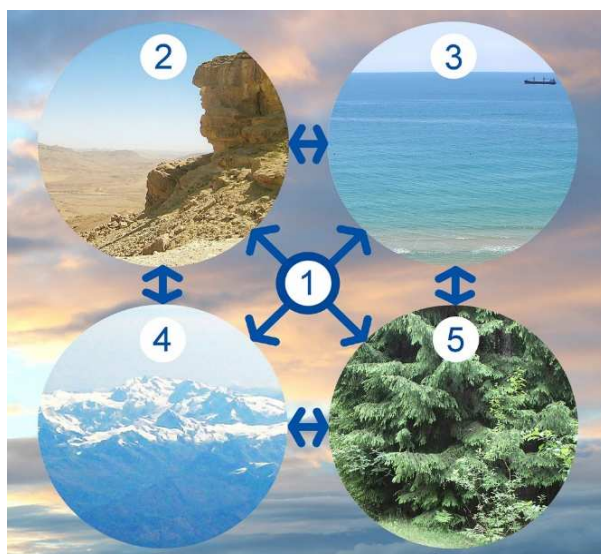
Как давление и *температура* воздуха, переменчива и *плотность* воздуха в каждой точке атмосферы. По мере увеличения высоты над поверхностью Земли плотность и давление воздуха уменьшаются. При 0 °С и давлении 1000 гПа плотность сухого воздуха составляет 1,276 кг/м<sup>3</sup>.

### 3.3. Климат и погода. Климатические масштабы

Каждую местность отличает присущий ей *климат*, причем при всей изменчивости *погоды*, обусловленной циркуляционными процессами в атмосфере и другими факторами (рельеф местности, растительность, почва, снежный и ледяной покров, соотношение площади суши и водной поверхности).

*Климатом* можно назвать погоду во всей ее совокупности, характерную для данной местности и зависящую от ее географического положения. Климат характеризуется с помощью статистических данных, относящихся к таким основным *климатическим (метеорологическим) элементам*, как *температура, атмосферное давление, влажность, солнечная радиация, ветер, осадки и сочетаниям*, например, явлений погоды, которые присущи какой-либо местности за определенное время.

Вообще, климат Земли определяется ее *климатической системой*. Эта система, отличающаяся сложным интерактивным характером, состоит из рассмотренной выше атмосферы, а также *литосферы, гидросферы, криосферы и биосферы* (рисунок 3.2).



1 – атмосфера (на коллаже – небо над г. Минском); 2 – литосфера (пустыня в Израиле); 3 – гидросфера (у берега Балеарского моря); 4 – криосфера (Альпы); 5 – биосфера (лес близ г. Новополюцка)

Рисунок 3.2. – Климатическая система Земли

**Литосфера** – верхний слой твердого тела планеты (континентальная кора и морское дно).

**Гидросфера** – жидкая вода, распределенная на поверхности планеты и под ней в океанах, морях, реках, озерах, подземных и других водоемах.

**Криосфера** – все элементы планеты, которые содержат снег и лед.

**Биосфера** – все экосистемы и живые организмы в атмосфере, литосфере, океанах и других водоемах.

Климат Земли определяется в результате взаимодействия между элементами климатической системы под влиянием солнечной радиации и радиационных свойств поверхности планеты. Главенствующую же роль в формировании климата играет интерактивность атмосферы. Она получает энергию напрямую от Солнца и косвенным образом за счет процессов, в которых задействована поверхность планеты. Данная энергия непрерывно перераспределяется как по вертикали, так и по горизонтали.

Выделяют следующие **климатические масштабы**: макро-, мезо-, субмезо- и микро-.

**Макромасштаб** характеризует климат крупных географических районов, континентов и всей Земли. Макромасштабная изменчивость обуславливает распределение ресурсов и ограничения в сельском хозяйстве и управлении водными ресурсами, а значит, предопределяет состояние здоровья и благополучия людей.

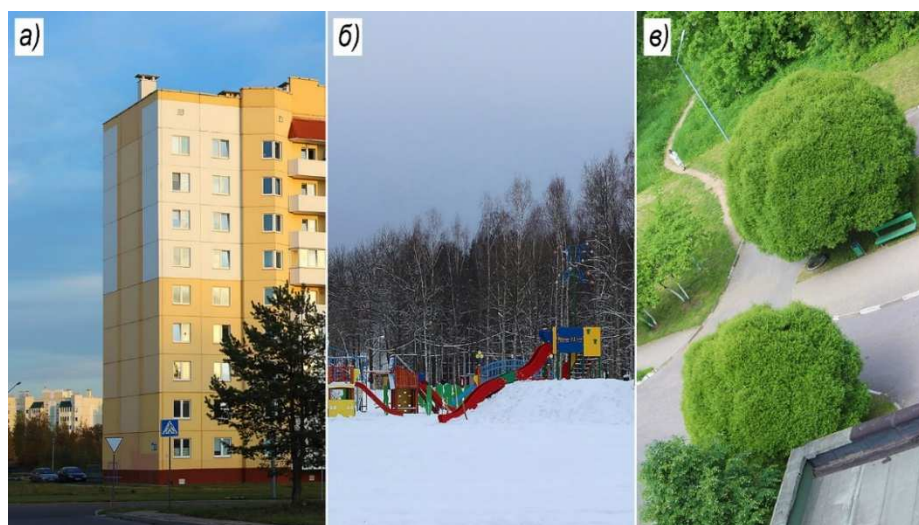
**Мезомасштаб** характеризует климат районов ограниченного размера, например города, леса, бассейна реки или долины. Мезомасштабная изменчивость обязательно учитывается, помимо прочего, в случае размещения курортно-рекреационных комплексов и объектов по использованию природных источников энергии.

**Субмезомасштаб** характеризует, например, климат кварталов или небольших населенных пунктов с одинаковой застройкой, рельефом и озеленением.

**Микромасштаб** характеризует климат небольших мест, например у отдельных зданий или в пределах посадок (парк, сквер, поле и даже клумба). Так, учащение ветреной погоды или ухудшение воздухообмена там, где проживают люди, может быть вызвано новыми постройками.

Микромасштаб используется также при оценке микроклимата помещений. Между ними и наружной средой постоянно идет воздухо-, влаго- и теплообмен. А находящиеся в помещениях люди восприимчивы даже к небольшим изменениям микроклимата, замечая, например, подъем или падение температуры внутреннего воздуха на 0,5 °С. Поэтому здания следует тонко адаптировать под наружный климат через ограждающие конструкции, планировку, системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и т. д.

Если взять для примера г. Новополоцк Витебской области Беларуси, его многоэтажная левобережная часть олицетворяет мезоклиматический масштаб, парк вдоль Западной Двины – субмезоклиматический масштаб, а благоустроенная территория у одного из общежитий Полоцкого государственного университета – микроклиматический масштаб (рисунок 3.3).



**а** – мезоклиматический масштаб; **б** – субмезоклиматический масштаб; **в** – микроклиматический масштаб

**Рисунок 3.3.** – Климатические масштабы на примере г. Новополоцка

### 3.4. Классификация климатов. Комплексная оценка климата. Климатические нормы

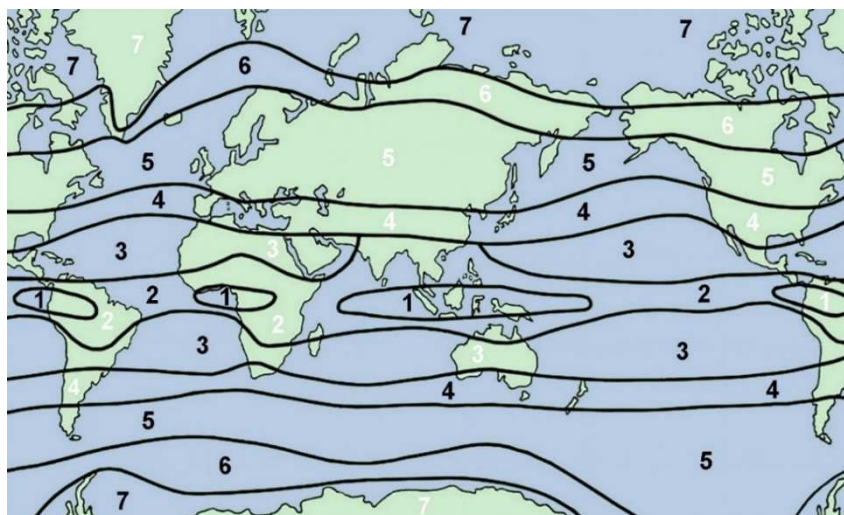
Макромасштаб используется и при классификации климатов. Самой проработанной и объективной считается **классификация климатов Б. П. Алисова** (рисунок 3.4). Согласно ей деление на климатические зоны и области определяется условиями общей циркуляции атмосферы.

Алисов выделил *семь основных климатических зон* – экваториальную, две тропические, две умеренные и две полярные; одна из каждой пары – в северном полушарии, другая – в южном (рисунок 3.4). В них образование климата круглогодично идет при доминирующем воздействии воздушных масс лишь одного типа – соответственно экваториальных, тропических, умеренных и арктических (антарктических).

Между поясами в каждом полушарии находятся по три *переходные* зоны, которые отличаются сезонной сменой доминирующих воздушных масс. К ним относятся две *субэкваториальные* зоны (зоны *тропических муссонов*) с преобладанием экваториального воздуха летом и тропического зимой, две *субтропические* зоны с преобладанием тропического воздуха и умеренного зимой, а также *субарктическая* и *субантарктическая* зоны с преобладанием умеренного воздуха летом и соответственно арктического или антарктического зимой.

Границы зон определяют по среднему положению основных *климатологических фронтов*: тропическому, двум умеренным, арктическому и антарктическому.

Каждый климатический пояс представлен четырьмя основными *типами климата*: материковым, океаническим, климатом западных берегов и климатом восточных берегов. Выделяют также *горные климаты*.



1 – экваториальная; 2 – субэкваториальная; 3 – тропическая; 4 – субтропическая;  
5 – умеренная; 6 – субарктическая; 7 – арктическая

Рисунок 3.4. – Климатические зоны и области Земли по Б. П. Алисову (примерная схема)

Широкое распространение в мировой архитектурной практике получила **классификация (типизация) климатов В. П. Кёппена**. Она отличается точными количественными критериями отнесения конкретного места на Земле к определенному типу климата. Эти критерии – *среднемесячные и среднегодовые значения температуры и осадков*. Используя соответствующую карту, архитекторы и дизайнеры интерьеров выясняют, какие главные задачи им следует решить, чтобы не допустить, в частности, переохлаждения, перегрева или переувлажнения объектов проектирования. Можно сказать, что классификация климатов Кёппена является своего рода *строительно-климатическим районированием в масштабе всей планеты*.

**Комплексная оценка климата** с биоклиматической и архитектурно-строительной точки зрения базируется на анализе значений **основных климатических элементов** – *солнечной радиации, скорости и повторяемости направлений ветра, температуры и влажности воздуха*. Такая оценка необходима, помимо прочего, для выработки требований, которые следует

учитывать при проектировании зданий в целом и их интерьеров в частности. К важнейшим климатическим элементам можно отнести *солнечную радиацию* и *ветер*.

Профессиональная деятельность архитекторов и дизайнеров предметно-пространственной среды подразумевает использование ими *климатических норм*. Возьмем для примера СНБ 2.04.05-2000 «Строительная климатология», которые должны соблюдаться, помимо прочего, при проектировании зданий. В этом документе можно найти данные по температуре воздуха и почвы, осадкам, влажности воздуха, атмосферному давлению, снежному покрову, ветру, атмосферным явлениям, солнечному сиянию и солнечной радиации, а также климатическому районированию.

### 3.5. Солнечная радиация

*Солнечная радиация*, по сути, это единственный источник энергии для всего происходящего на поверхности Земли и в ее атмосфере. В архитектурно-строительной сфере она обуславливает ориентацию зданий по сторонам горизонта, их объемно-планировочные, конструктивные, технические, колористические и другие решения.

К солнечной радиации относятся следующие основные термины и их определения:

- *прямая солнечная радиация* – доля суммарной солнечной радиации, которая поступает на поверхность в виде пучка параллельных лучей, приходящих непосредственно от видимого солнечного диска;
- *рассеянная солнечная радиация* – доля суммарной солнечной радиации, которая поступает на поверхность от всего небосвода после рассеяния в атмосфере;
- *отраженная радиация* – доля суммарной солнечной радиации, которая отражается от подстилающей поверхности, в т. ч. от фасадов зданий;
- *интенсивность солнечной радиации* – количество солнечной радиации, которое проходит за единицу времени через единичную площадку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам.

Прямая радиация поддается концентрации и управлению, если применять специальные оптические системы, рассеянная не поддается.

Солнечную радиацию, достигающую поверхности Земли, разделяют на диапазоны: *ультрафиолетовый* (длина волны менее 0,38 мкм), *видимый* (длина волны 0,38–0,78 мкм) и *инфракрасный* (длина волны более 0,78 мкм). Их доли составляют соответственно 7, 47 и 46%.

В метеорологии выделяют еще *коротковолновый* и *длинноволновый* диапазоны. Длина волны коротковолновой радиации – от 0,1 до 4,0 мкм, длинноволновой – от 4,0 до 120 мкм. Солнечная радиация на 99% коротковолновая. Земная поверхность и атмосфера излучают длинноволновую радиацию и отражают коротковолновую.

Облученность площадки зависит от ее наклона к горизонту, географической широты, уменьшаясь при движении от тропиков на юг и север, от времени года и суток, наличия облаков и загрязнений атмосферы.

Основной энергетической характеристикой солнечной радиации служит *плотность потока солнечной радиации*, который падает на площадку, перпендикулярную солнечным лучам и находящуюся выше атмосферы. Эта величина, называемая *солнечной постоянной*, равна 1366 Вт/м<sup>2</sup>. Атмосфера ослабляет солнечную радиацию, и на уровне земной поверхности максимальное значение солнечной постоянной составляет 1000 Вт/м<sup>2</sup>.

Часть поступающей на земную поверхность солнечной радиации ею отражается. Характеристикой отражательной способности поверхности является *альbedo* – отношение потока радиации, рассеянного поверхностью по всем направлениям, к падающему на нее потоку радиации. В климатологии величину альbedo измеряют в процентах. Архитекторы, дизайнеры интерьеров и строители пользуются, как правило, долями единицы. В них выражают отражательную способность, например, поверхности отделки. Альbedo Земли в целом равно 30%, свежеснежного снега – до 75%, растительности – 10–30%.

Потенциал энергии солнечной радиации в Беларуси таков, что эту энергию можно широко использовать в энергетических целях, в т. ч. в случае зданий. Годовой приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность в стране составляет в среднем 980 кВт·ч/м<sup>2</sup> на юге и 1180 кВт·ч/м<sup>2</sup> на севере. Что касается продолжительности солнечного

сияния, без которого не может быть эффективного функционирования солнечных фотоэлектрических панелей (рисунок 3.5) и коллекторов (рисунок 3.6), то в течение наиболее теплого времени года (май – сентябрь) она равна примерно 1200 ч и на севере (г. Полоцк), и на юге (г. Пинск), что составляет около 67% годовой суммы.



**Рисунок 3.5. – Солнечные фотоэлектрические панели на АЗС в г. Минске**

Наиболее благоприятный период в Беларуси для использования солнечной энергии в геосистемах – с апреля по сентябрь. Количество энергии, которое может быть получено с 1 м<sup>2</sup> рабочей поверхности солнечного коллектора за это время доходит до 450 кВт·ч.



**Рисунок 3.6. – Солнечные фотоэлектрические панели и коллекторы на экспериментальном вращающемся здании в г. Райне (Германия)**

Оптимальные углы наклона указанной поверхности южной ориентации к горизонту для широты г. Минска составляют: для использования с апреля по сентябрь – 39°, летом – 34°, зимой – 73°, круглый год – 54°.

### 3.6. Ветер

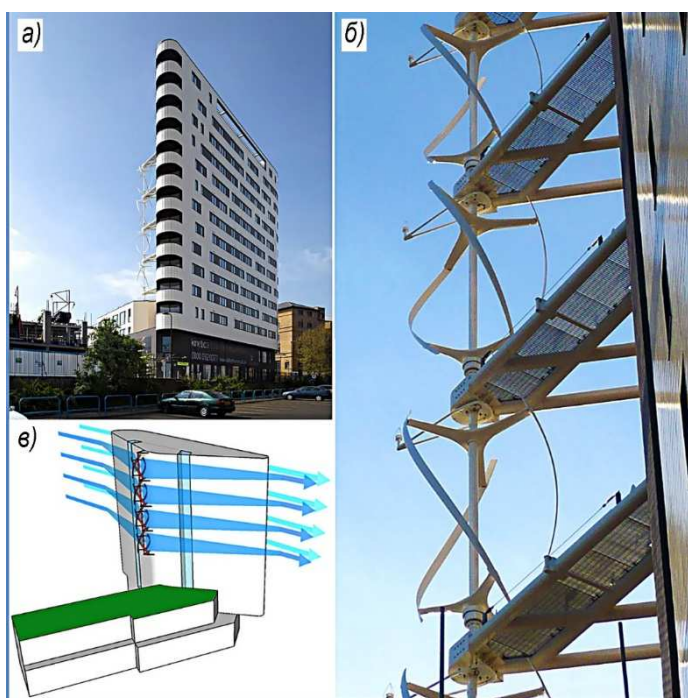
**Ветер** – движение воздуха (причем не только горизонтальное) относительно поверхности Земли. На метеостанциях замеряется горизонтальная составляющая ветра. При проектировании зданий следует учитывать и вертикальную составляющую. От скорости и направления ветра зависят, в частности, ветровой комфорт застройки, естественная вентиляция зданий и их теплопотери.

О характере ветра говорит его **вектор скорости** или, иными словами, ветер определяется **скоростью** и **направлением**. При определении комфортности архитектурной среды и ветровых нагрузок на здания необходимо учитывать еще **порывистость** ветра, т. е. его скорость в порывах и частоту их повторяемости.

Направление вектора скорости – это **направление ветра**. Например, южный ветер дует с юга на север. Кроме того, для обозначения направления ветра в метеорологии пользуются 16-румбовой системой. В этом случае румб – 1/16 полной окружности ( $22,5^\circ$ ). Четыре основных румба: Север – С (North – N), Восток – В (East – E), Юг – Ю (South – S), Запад – З (West – W). Четыре румба, производных от основных: Северо-Запад – СЗ (North-West – NW), Северо-Восток – СВ (North-East – NE), Юго-Восток – ЮВ (South-East – SE), Юго-Запад – ЮЗ (South-West – SW). Обозначения румбов, которые отстоят от основных на  $22,5$  градуса, получают из обозначений производных румбов, добавляя перед ними названия основного румба, к которому отклоняется производный румб.

Средние скорости ветра у поверхности Земли чаще всего попадают в диапазон  $4,0$ – $10,0$  м/с, но в некоторых местах они превышают  $15,0$  м/с. Максимальная скорость ветра над сушей бывает около двух часов пополудни, минимальная – ночью или утром. Амплитуда суточного изменения скорости ветра над сушей составляет примерно половину среднесуточной скорости. С ее увеличением растет порывистость ветра. В условиях умеренного континентального климата наибольшая максимальная скорость ветра бывает в холодное полугодие (порядка  $15,0$  м/с), а самые сильные порывы – летом (порядка  $25,0$  м/с) и осенью (порядка  $20,0$  м/с).

В Беларуси зачастую, когда дует сильный ветер, нет солнечного сияния. И, наоборот, при солнечном сиянии редко бывает сильный ветер. При этом наиболее высокие скорости ветра приходится на холодное время года, а максимумы ветровой активности проявляются, как правило, днем. Знание этого важно в случае проектирования, в частности, энергоэффективных зданий, оснащенных как гелио-, так и ветротехникой (рисунок 3.7).



*a* – общий вид здания;  
*b* – четыре вертикально-осевые гелиостатные ветроэнергетические установки марки Qr5;  
*c* – схема воздействия ветрового потока на здание и ветроэнергетические установки

Рисунок 3.7. – Многоэтажное жилое здание в г. Лондоне (Великобритания)  
(коллаж составлен из изображений компании Waugh Thistleton Architects, Великобритания)



Что касается среднегодовых скоростей ветра, представление об их распределении на территории Беларуси дает карта (рисунок 3.8), которая была составлена в рамках выполнения программы TACIS.

На карте (см. рисунок 3.8) даны скорости ветра, замеренные на высоте 10 м над земной поверхностью. Таким образом минимизировано влияние ее шероховатости в виде деревьев, кустарников, невысоких построек и т. д. Но по мере увеличения высоты скорость ветра растет (рисунок 3.9).

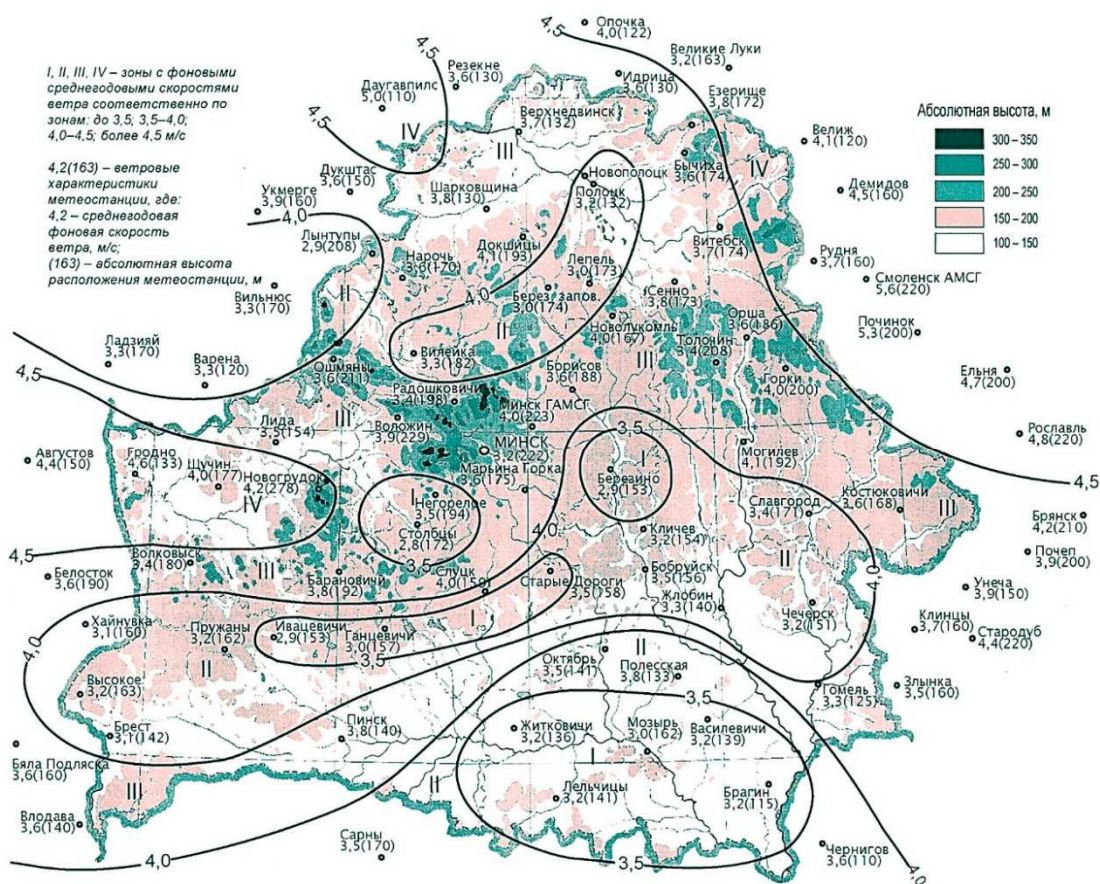
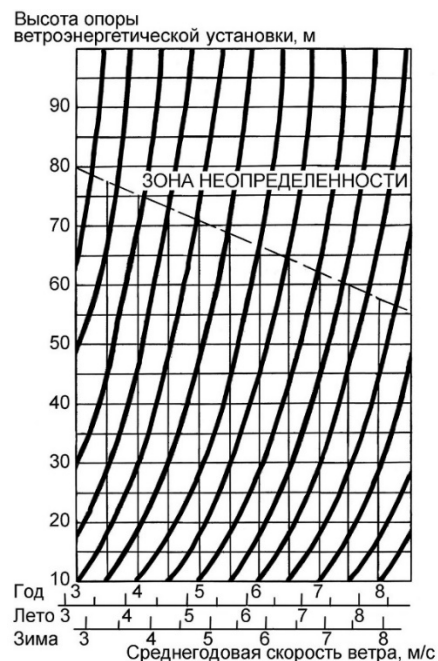


Рисунок 3.8. – Районирование территории Беларуси по среднегодовым скоростям ветра

Рисунок 3.9. – Графики характера возрастания скорости ветра с увеличением высоты опоры ветроэнергетической установки и среднегодовой скорости ветра



С целью наглядного представления ветрового режима применяют *розу ветров* – векторную диаграмму, на которой отображается повторяемость и скорость ветра по румбам (рисунок 3.10).

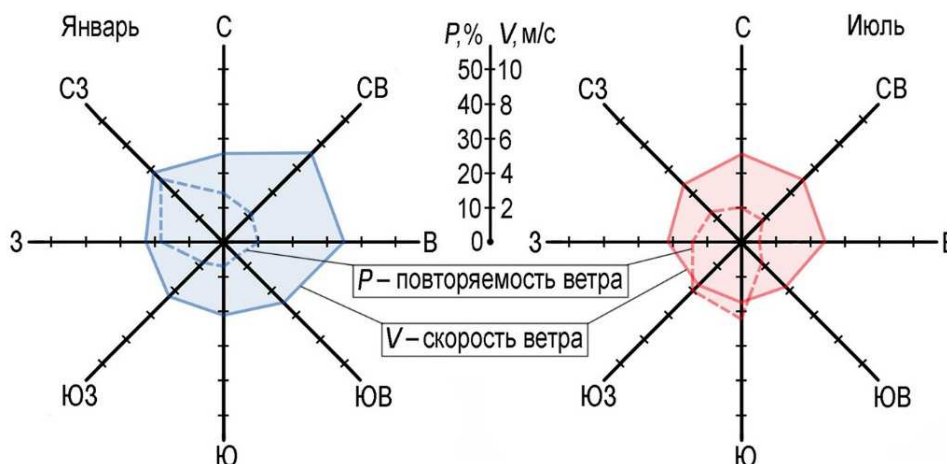


Рисунок 3.10. – Розы ветров

На розе ветров можно отображать также скорость ветра и другие характеристики климата. Розы ветров годятся для представления практически любых с точки зрения интервала времени данных: среднегодовых, средних за отопительный сезон, среднемесячных, среднесуточных и т. д. Обычно строят 8- и 16-румбовые ветровые векторные диаграммы. Они позволяют, в частности, определить направление господствующих ветров. А именно такие ветры учитывают при разработке градостроительных и архитектурных и решений.

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое парниковый эффект?
2. Какова величина среднего атмосферного давления?
3. Чему равна плотность сухого воздуха?
4. Чем обусловлена изменчивость погоды?
5. Что такое климат и чем он характеризуется?
6. Какие бывают климатические масштабы?
7. В чем заключается комплексная оценка климата и для чего она нужна?
8. Какие данные можно найти в СНБ 2.04.05-2000 «Строительная климатология»?
9. Что обуславливает солнечная радиация в архитектурно-строительной сфере?
10. Какова величина солнечной постоянной?
11. Что такое альбедо?
12. Каков потенциал энергии солнечной радиации в Беларуси?
13. Чему равны средние скорости ветра у поверхности Земли?
14. Что отображается на розе ветров?

## 4. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

*Конструируя среду в целом и ее компоненты в частности или, иными словами, создавая конструктивную матрицу средового объекта как рациональную основу многоликого комфорта, дизайнерам предметно-пространственной среды нельзя выходить и за рамки тех ограничений, которые обуславливаются санитарно-гигиеническими, далеко не всегда однозначными, требованиями. Среди них есть требования нормируемые и те, которые невозможно, нет смысла или преждевременно нормировать. Но дизайнеры предметно-пространственной среды обязаны в любом случае добиваться высокого, удовлетворяющего заказчиков и пользователей уровня комфорта помещений, строго соблюдая санитарно-гигиенические требования, описанные в нормах, и творчески, в хорошем смысле этого слова, учитывая требования (оптимальные параметры), в нормах не отраженные.*

### 4.1. Комфорт зданий

До сих пор принято считать, что *состояние комфорта* – это когда 4/5 опрошенных заявляют об удовлетворенности внешними факторами. Но, учитывая современный уровень развития архитектуры и строительства, можно утверждать: теперь вполне возможно создавать в зданиях комфортный микроклимат для каждого, кто в них проживает или находится.

Самая полная классификация внешних факторов, определяющих комфорт, была предложена на V международном конгрессе по проблемам холода. Согласно ей комфорт определяется акустическими факторами; обонянием и дыханием; механическим ощущением; зрением, влиянием цветов; температурой, влажностью, воздушным потоком; вибрацией и колебаниями здания; особыми факторами (например, солнечный луч, ионизация); безопасностью; гигиеническими факторами; групповым поведением (сепарация); факторами повседневной жизни; влиянием неожиданных опасностей; экономическими факторами. Сложнее всего человеческий организм откликается на одновременное воздействие нескольких факторов.

*Комфорт* в жилых и схожих с ними общественных зданиях с точки зрения архитектуры и дизайна интерьеров в первую очередь обусловлен:

- высотой помещений, а также их объемом и площадью, которые приходятся на одного человека;
- наличием открытых помещений, их размерами, формой, ориентацией и взаимодействием с внешней и внутренней средой;
- состоянием тепловой среды помещений;
- состоянием воздушной среды помещений;
- состоянием световой среды помещений;
- уровнем шума и вибрации;
- наличием электромагнитных полей и расстояниями до их источников;
- степенью экологической чистоты материалов и изделий, из которых выполнены компоненты зданий и их предметное наполнение;
- визуальным восприятием окружающей среды.

Помимо прочего, комфорт зданий оценивают и с помощью так называемых *радаров* – обобщающих оценочных диаграмм (рисунок 4.1).

Радары основываются на приблизительном методе – *методе экспертных оценок*. Он заключается в сборе и систематизации индивидуальных и коллективных оценок экспертов. Причем эти субъективные оценки анализируются и объективизируются, в результате чего достоверность радаров значительно повышается.

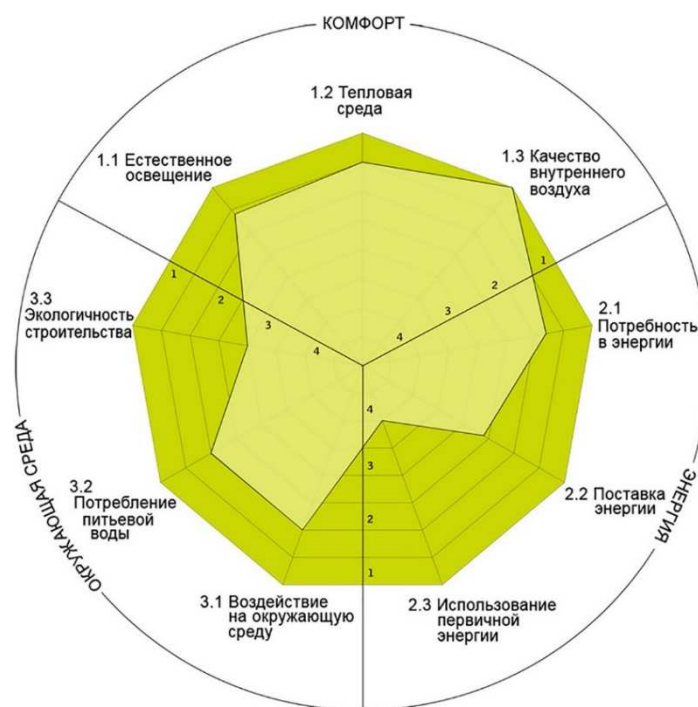


Рисунок 4.1. – Радар мультикомфортного дома компании «Сен-Гобен» (Saint-Gobain), разработанный европейским альянсом «Активный дом» (Active House)

## 4.2. Геометрические параметры помещений

**Высота помещений, а также их объем и площадь, приходящиеся на одного человека (удельный объем и удельная площадь),** взаимосвязаны не только с геометрической, но и с гигиенической точки зрения. В то же время указанные величины следует оценивать и по отдельности.

**Высоту помещений** следует назначать, учитывая ее физиологическое и психологическое воздействие. Первое проявляется, например, в повышенной температуре и загрязненности воздуха в верхней зоне помещения, второе – в ощущении «придавленности» потолком. В любом случае минимальная высота жилого помещения должна быть не менее 2,5 м. Лучше, если она будет равной хотя бы 3,0 м. Но такой размер нередко отвергается вследствие неэкономичности. Но в большей мере это касается массового строительства, нежели малоэтажного индивидуального. В случае последнего высоту помещений нетрудно увеличивать за счет, например, организации двухсветного пространства или использования пространства под скатной крышей.

Как видно, минимальная и оптимальная высота помещений несильно отличаются друг от друга. Поэтому данный параметр в нашем случае позволительно усреднить до 3,0 м и полагать его константой при манипулировании объемом и площадью помещений. А два последних параметра являются важнейшими при оценке комфорта внутренней среды жилых и схожих с ними общественных зданий. Подчеркнем, что малые удельные значения объема и площади помещений – одна из причин разных заболеваний, в т. ч. легочных и нервной системы.

Жилище и схожие с ним объекты призваны удовлетворять *потребности* людей: *физиологические* (пример – сон), *гигиенические* (пример – принятие ванны), *бытовые* (пример – приготовление пищи), *культурные* (пример – учеба). Это реализуется через логично и удобно связанные между собой отдельные помещения и (или) зоны одного помещения требуемой формы и размеров.

Определение площади помещений осуществляется в результате получения ответов на вопросы о достижении в них должного уровня, во-первых, *качества воздуха* (оно зависит от объема помещений и воздухообмена в них), во-вторых, *функциональности* (она относится к зонированию отдельных помещений и их совокупности в рамках, например, одной квартиры, а также к размещению в помещениях мебели и оборудования) и, в-третьих, *защиты здоровья людей* с учетом его текущего состояния.

Рассмотрим для примера *нормативы жилой площади* в Беларуси. По состоянию на момент написания настоящего учебного пособия, на одного человека в жилом здании в г. Минске должно приходиться  $10,0 \text{ м}^2$  такой площади, в жилом здании в других населенных пунктах –  $15,0 \text{ м}^2$ , в общежитиях –  $6,0 \text{ м}^2$ . При этом жилой площадью не считаются вспомогательные помещения: кухни, уборные, ванны, кладовые, лоджии, балконы и т. д.

Что касается *предпочтительной удельной жилой площади*, ее минимальное значение составляет ориентировочно  $20,0 \text{ м}^2$ . Разумеется, в случае индивидуальных домов удельная площадь определяется потребностями застройщиков и их финансовыми возможностями.

Исходя из указанных площадей можно определить минимальный и максимальный *удельный объем* жилых помещений (за исключением общежитий как мест временного проживания) – соответственно  $25,0$  и  $60,0 \text{ м}^2$ .

### 4.3. Открытые помещения

Т. к. здоровье людей во многом обусловлено их пребыванием на свежем воздухе, *открытые помещения* (лоджии, балконы, террасы, веранды) призваны являться неотъемлемыми объемно-планировочными элементами полноценных жилых и схожих с ними общественных зданий. Открытые помещения, будучи правильно запроектированными, в т. ч. в смысле ориентации по сторонам горизонта, приобретают даже лечебные функции.

Летом в Беларуси на обращенных в сторону запада, юго-запада и юга открытых помещениях, как правило, наблюдается существенный перегрев воздуха, в результате чего дискомфорт создается и в смежных с ними помещениях. Поэтому здесь лучше всего ориентировать открытые помещения на восток и юго-восток. Впрочем, сказанное главным образом касается обычных зданий массового строительства с лоджиями и балконами небольших размеров. В принципе же при любой ориентации открытых помещений возможно за счет их размеров, формы, трансформируемых солнцезащитных устройств, озеленения и других приемов добиваться их приемлемой независимости от ориентации.

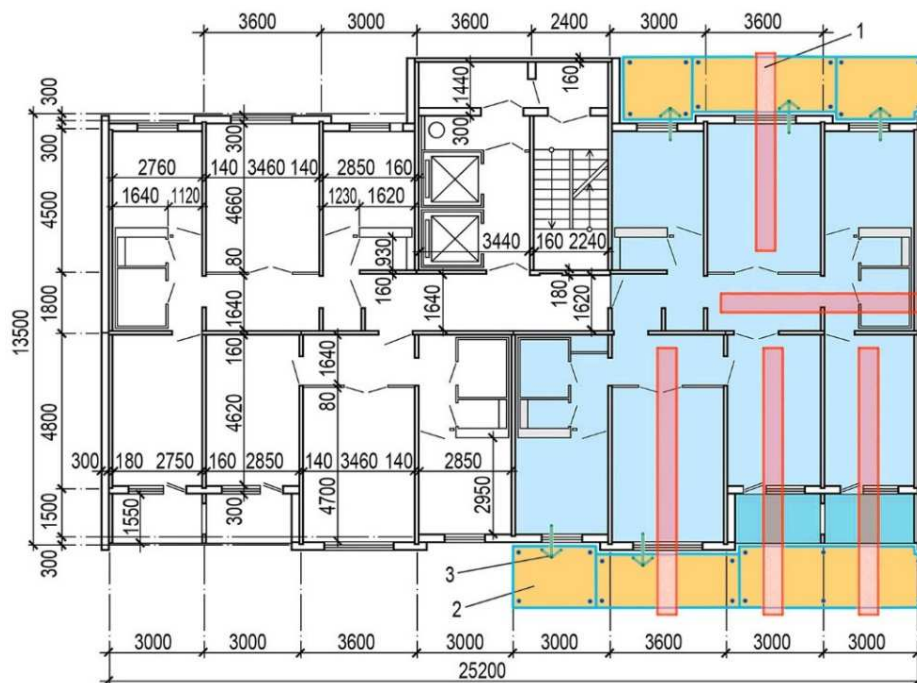
Значение открытых помещений часто недооценивается. Это видно на примере остекления лоджий многоэтажных домов в г. Минске. Имеется в виду как остекление изначально не остекленных лоджий, так и заложенное в проекты (рисунок 4.2).

Плюсы такого остекления заключаются в защите помещений от шума, пыли, выделяемых автомобилями газов, зимних холодных ветров. Однако их перевешивают минусы. Это ухудшение естественного воздухообмена в квартирах, который периодически бывает нужен даже в случае механической приточно-вытяжной вентиляции, снижение инсоляции (приток в помещение прямой солнечной радиации) и естественной освещенности комнат, недополучение жилищем со свежим воздухом важных для человеческого организма отрицательных ионов, фактическое лишение жильцов квартир быстрого выхода на свежий воздух.



Рисунок 4.2. – Многоэтажный жилой дом с остекленными лоджиями в г. Минске

Существуют варианты устройства по-настоящему открытых помещений в зданиях, лоджий например. Одно из предложений (Жуков, Д. Д. *Идея реконструкции крупнопанельных жилых зданий* / Д. Д. Жуков, Д. П. Змитрович // *Архитектура : сборник научных трудов* / редкол. : А. С. Сардаров (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 15. – С. 153–157) – на рисунке 4.3.



1 – плоский клиновидный световод; 2 – приставная лоджия; 3 – новый выход на лоджию

Рисунок 4.3. – Схема плана типового этажа крупнопанельного жилого здания серии М111-90 постройки 1987 г. до преобразования (слева) и после преобразования (справа)

По-настоящему открытые помещения, в т. ч. лоджии, в белорусских многоэтажных домах фактически отсутствуют. Виной тому остекление лоджий. Оно защищает квартиры от шума, пыли, холодного ветра и автомобильных газов. Но в то же время ослабляет естественный воздухообмен, ухудшает инсоляцию и естественную освещенность в квартирах, лишает жильцов большого объема свежего воздуха. Данная проблема может быть разрешена за счет пристройки к зданию с двух сторон приставных лоджий с устройством выходов на них из всех комнат (см. рисунок 4.3). В этом случае существующие лоджии разумно сделать отопляемыми помещениями, пропустив через них вглубь квартир плоские клиновидные световоды для улучшения естественной освещенности помещений.

#### 4.4. Тепловая среда помещений

*Состояние тепловой среды, или тепло-влажностный режим, помещений* жилых и схожих с ними общественных зданий оценивается с помощью таких параметров, как температура воздуха, температура ограждающих поверхностей, скорость движения воздуха и относительная влажность воздуха.

В СанПиН «Требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов» (утверждены Минздравом РБ 20.08.2015) говорится, что системы отопления и вентиляции должны обеспечивать соответствие допустимых параметров микроклимата в жилых помещениях жилых домов в течение всего отопительного периода следующим требованиям: температура воздуха – +18 – +24 °С; относительная влажность – не более 60%; скорость движения воздуха – не более 0,3 м/сек. Но это не распространяется на жилые дома, оборудованные автономной системой отопления. В них температуру воздуха можно регулировать индивидуально. Подобные параметры можно отнести и к общественным зданиям, схожим с жилыми.

Что касается оптимальных параметров, они, по мнению многих ведущих специалистов, таковы: температура воздуха зимой (во время отопительного периода) – 19 – 22 °С, летом – 22 – 25 °С, относительная влажность для отапливаемых помещений – 30 – 50%, скорость движения воздуха зимой – не более 0,07 – 0,15 м/с. При этом разница между температурой воздуха и средней температурой поверхностей ограждений со стороны помещения не должна превышать 3,0 °С.

Комфортный микроклимат необходим не только в течение отопительного периода, но и в другое время года. Особенно важно не допускать перегрева помещений в жаркую погоду. Архитекторы и дизайнеры интерьеров должны обеспечивать летний комфорт прежде всего за счет разработки пассивных архитектурных и интерьерных решений. При этом надо понимать: чем эффективнее такие решения, тем дешевле соответствующая техника (например, система кондиционирования воздуха) и ее эксплуатация.

В отношении требований к летнему комфорту пример подает *немецкий стандарт здания типа «Пассивный дом»* (сокращенно – *стандарт пассивного дома*), предназначенный для добровольного применения (рисунок 4.4).



*а* – кухня, столовая и холл в 1-й части дома; *б* – 1-я часть дома в ходе строительства; *в* – законченный строительством дом

Рисунок 4.4. – Односемейный пассивный дом в Швеции

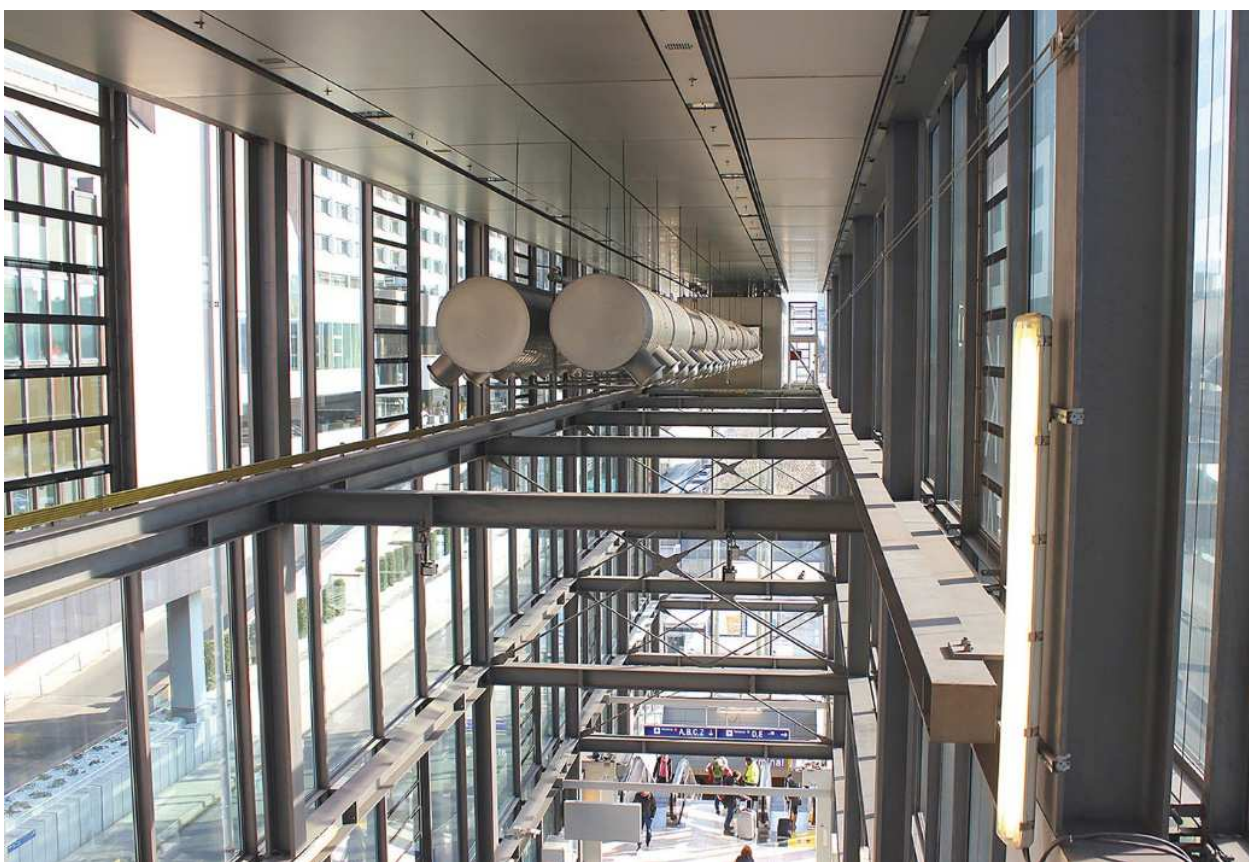
В указанном стандарте записано, что тепловой комфорт должен иметь место во всех жилых помещениях как в зимний, так и в летний период, с не более чем 10% часов с температурой выше 25 °С в каждый конкретный год. Опыт эксплуатации пассивных домов в разных странах мира показывает: в жаркую погоду температура внутреннего воздуха в них заметно ниже, чем в обычных зданиях, запроектированных согласно требованиям национальных строительных норм. Подчеркнем тот факт, что при сертификации пассивного дома необходимо предоставить доказательства летнего комфорта в его помещениях.

#### 4.5. Воздушная среда помещений

*Воздушная среда помещений* жилых и схожих с ними общественных зданий зависит от загрязненности наружного воздуха и внутренних источников загрязнения. Среди последних стоит назвать *антропоксины* (продукты жизнедеятельности людей) и выделения из материалов, из которых выполнены строительные конструкции, мебель и другие элементы предметно-пространственной среды. Подчеркнем, что вредные вещества даже в сравнительно малых концентрациях ухудшают самочувствие и здоровье людей, если воздействуют на них длительное время, тем более на фоне, например, недопустимой температуры и влажности внутреннего воздуха.

Для контроля содержания в воздухе вредных веществ используются обязательные нормативные величины их **предельно допустимой концентрации (ПДК)**, измеряемые в  $\text{мг}/\text{м}^3$ . ПДК – это максимальная концентрация вредного вещества, не наносящая при длительном воздействии ущерба настроению, самочувствию и здоровью людей. При обустройстве интерьеров следует также знать, что совершенно безвредные для людей концентрации определенных вредных веществ могут негативно отражаться на комнатных растениях и домашних животных.

С целью создания оптимальной внутренней воздушной среды используются системы вентиляции, естественной и механической, а также кондиционирования воздуха (рисунок 4.5). *Вентиляция* обеспечивает установленный нормами воздухообмен между наружным пространством и помещениями, а *кондиционирование воздуха* – оптимальные параметры внутреннего воздуха (чистота, относительная влажность, скорость движения и в определенных случаях температура).



**Рисунок 4.5.** – Коммуникационное помещение мультифункционального комплекса у аэропорта Франкфурта-на-Майне (Германия); под потолком – элементы системы искусственной вентиляции

Единства в том, какой должна быть величина воздухообмена, среди ученых и специалистов нет, однако считается, что для создания достаточно благоприятной воздушной среды в жилых помещениях следует удалять из них как минимум  $60,0 \text{ м}^3$  загрязненного внутреннего воздуха в час на одного человека, заменяя его свежим наружным.

Существует и такое понятие, как **«кратность воздухообмена»** – число полных замен воздуха в помещении за 1 час. Например, согласно СН 3.02.01-2019 «Жилые здания», в случае комнаты для чистки и глажения одежды в общежитии кратность воздухообмена (вытяжка) равна 1,5. Поясним: как правило, в жилье воздух поступает в гостиную, спальню и другие «чистые» помещения, а удаляется из «грязных» помещений: уборной, ванной, кухни и т. д.; в связи с этим для одних помещений в нормах указан норматив для приточной вентиляции (приток), а для других – для вытяжной (вытяжка).



#### 4.6. Световая среда помещений

Значительную долю своей жизни современные люди проводят в жилых и схожих с ними общественных зданиях. Поэтому *состояние световой среды* их помещений определяется прежде всего *солнечным светом* (рисунок 4.6), ведь его польза для человеческого организма бесценна.

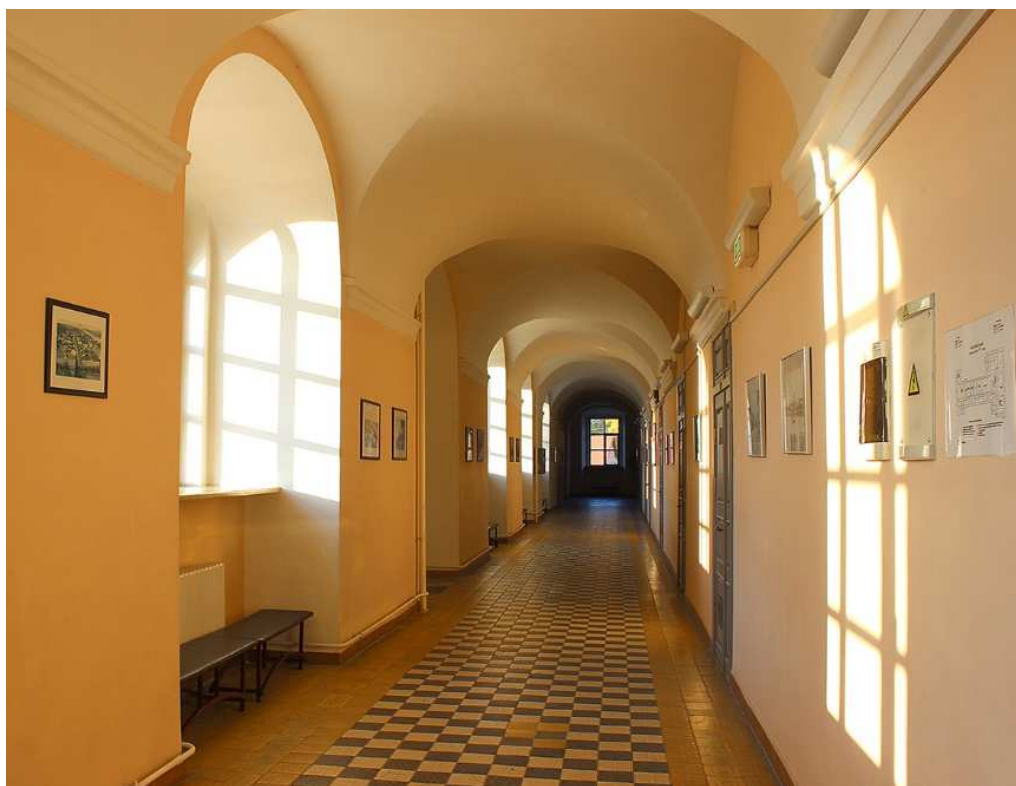


Рисунок 4.6. – Световая среда коридора учебного корпуса Полоцкого государственного университета, корпус располагается в историческом здании в г. Полоцке

Под воздействием солнечной радиации в коже синтезируется витамин D, обеспечивающий, помимо прочего, нормальный рост и развитие костей. Яркое солнце помогает расширяться кровеносным сосудам, в результате чего, в частности, улучшается работа сердца и нормализуется кровяное давление. Благодаря дневному свету вырабатывается мелатонин, предотвращающий потерю эластичности кровеносными сосудами и появление атеросклеротических бляшек. Даже недолгое пребывание на солнце положительным образом сказывается на деятельности мозга. Дневной свет стимулирует иммунную систему, укрепляет организм в его борьбе с раковыми клетками, делает мышцы эластичнее, улучшает (в утренние часы) зрение, дарит эндорфины (гормоны счастья).

Учитывая еще психологию людей (находясь в помещениях, они нуждаются в периодических визуальных контактах с наружной средой), а также энергетические и экономические ограничения (окна значительно уступают стенам и крышам в теплозащитном отношении), можно сделать вывод: в зданиях должно быть сбалансированное соотношение площадей глухих, или светонепрозрачных, ограждающих конструкций и светопроемов (окна, витражи и т. д.).

Считается, что в жилье отношение площади светопроемов помещений (жилая комната, кухня) к площади их полов следует назначать в таком примерном диапазоне – 1/5 – 1/10. Так, в СН 3.02.01-2019 «Жилые здания» говорится: «В многоквартирных жилых домах и общежитиях отношение суммарной площади световых проемов всех жилых комнат и кухни в квартире (жилой ячейке) к суммарной площади пола данных помещений должно быть не менее 1:8, а для помещений, расположенных в мансардных этажах, при устройстве наклонных мансардных окон данное отношение допускается принимать 1:10».

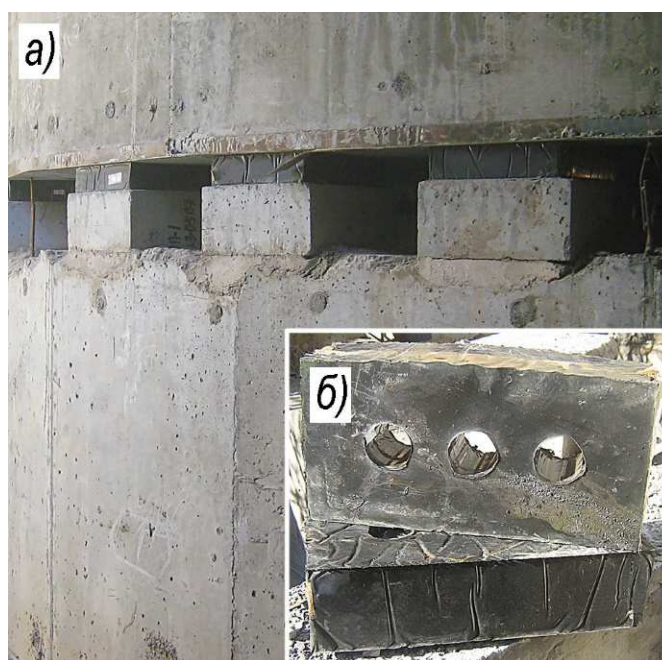
С помощью главным образом архитектурных приемов (размещение, ориентация, планировка) в зданиях, их помещениях, следует обеспечивать необходимые значения продолжительности *инсоляции* и *коэффициента естественной освещенности (КЕО)*.

Инсоляция – прямое солнечное облучение внутреннего пространства здания. КЕО служит критерием оценки переменного естественного освещения, создаваемого рассеянным светом неба.

Оценивая помещение, мы прежде всего отмечаем, как оно освещается дневным светом, в т. ч. прямыми солнечными лучами. Как правило, насыщенные таким светом комнаты считаются хорошими, а обделенные им – плохими. Дневной свет визуально увеличивает размеры помещений, а светопроемы зрительно связывают между собой внутреннее и наружное пространство. Подобное не может не радовать любого человека.

#### 4.7. Шум и вибрация. Электромагнитное поле

*Шум и вибрация* негативным образом воздействуют на людей, доводя их порой до нервных срывов и психических расстройств. Источником шума и вибрации в жилых и схожих с ними общественных зданиях бывает разнообразное оборудование и бытовые приборы. На стадии проектирования здания выбирают их щадящие варианты и (или) разрабатывают планировочные, а также строительные и технические решения по *шумо-* и *виброзащите*. Например, предусматривается установка шумозащитных дверей и окон, использование виброзащитных прокладок в конструкции здания (рисунок 4.7).



*а* – виброзащитные прокладки в нижней части конструкции здания;  
*б* – виброзащитные прокладки

Рисунок 4.7. – Виброзащита здания кинотеатра «Беларусь» в г. Минске, находящегося вблизи линии метрополитена

При этом следует понимать, что предельно допустимые уровни шума и вибрации не являются оптимальными для того или иного конкретного человека.

Вред человеческому организму способно причинять и *электромагнитное поле*, являющееся совокупностью *электрического* и *магнитного полей*. Основными источниками электромагнитных полей промышленной частоты (порядка 50 Гц) в жилых и схожих с ними общественных зданиях можно назвать электропроводку и устройства для приема и распределения электроэнергии, бытовые электроприборы и компьютеры. А ведь есть еще стационарные и мобильные телефоны, Wi-Fi роутеры, сканеры и другая техника.

Среди мер по предупреждению негативного воздействия электропроводки и соответствующих устройств:

- исключение длительного нахождения там, где уровень электромагнитного поля повышен;
- максимально возможное удаление от источников продолжительного воздействия электромагнитного поля спальных мест, расстояние от которых до распределительных щитов и силовых электрокабелей должно составлять как минимум 3,0 м;
- выбор полов с электроподогревом, имеющих достаточно низкий уровень электромагнитного поля.

Одними из самых мощных бытовых электроприборов являются микроволновые печи, электроплиты, аэрогрили, телевизоры (рисунок 4.8). А чем выше мощность электроприбора, тем сильнее создаваемое им электромагнитное поле. Что касается уровня электрического поля почти всех электробытовых приборов, он на расстоянии 0,5 м от них в десятки раз ниже *предельно допустимого уровня (ПДУ)* 500 В/м.



Рисунок 4.8. – Достаточно безопасное встроенное кухонное оборудование: отдельная стеклокерамическая варочная панель и отдельная электрическая духовка

В отношении магнитного поля подобной ясности нет. Значит, в этой ситуации разумно руководствоваться *принципом «благоразумного предотвращения»*, предложенным американскими учеными. Согласно ему, если знаний о пагубном влиянии электромагнитного поля на здоровье человека недостаточно, но имеются серьезные основания это предполагать, следует обеспечивать соответствующую безопасность, не забывая при этом об экономической стороне дела и комфорте.

Считается, что для полной безопасности уровень магнитного поля промышленной частоты не должен превышать 0,2 мкТл. Кстати, этот уровень принят за предельно допустимый в Швеции. Возьмем в качестве примеров источников магнитного поля телевизор, люминесцентную лампу и микроволновую печь. В 30 см от них его уровень может достигать соответственно 2,0, 2,5 и 12,0 мкТл, снижаясь по мере удаления от названных приборов по квадратной зависимости.

Значит, одной из мер предотвращения вредного воздействия магнитного поля служит правильная планировка помещений, при которой его источники удалены от мест продолжительного нахождения детей, в частности, на безопасное расстояние – 1,5 м и более.

## 4.8. Экологическая чистота материалов и изделий

**Степень экологической чистоты материалов и изделий**, из которых выполнены компоненты и предметное наполнение жилых и схожих с ними общественных зданий, во многом обуславливают их экологическую чистоту в целом.

Далеко не все материалы и изделия безупречны в рассматриваемом отношении. Особенно это касается их дешевых и (или) несертифицированных представителей. Так, не самые лучшие древесностружечные плиты, линолеум и декоративная пластмасса выделяют фенол и формальдегид, являющиеся канцерогенами. Бывает, изделия из натурального камня, глины и керамогранита оказываются радиоактивными. Радиоактивность стройматериалов проявляется и в том, что из них выделяется такой радиоактивный газ без цвета и запаха, как радон.

Постоянно ведущиеся исследования свойств различных материалов дают новые знания. Например, эксперименты, выполненные к 2015 г. международной исследовательской группой под руководством доктора технических наук А. А. Кетова из г. Перми (Россия) и при участии автора настоящего пособия, показали: источником отравления людей на пожаре могут быть хлорсодержащие соединения, образующиеся из *антипиренов*, которые содержатся в *самозатухающем пенополистироле*. Самое страшное из этих соединений – **фосген** (дихлорангидрид угольной кислоты). Между тем пенополистирол, случается, используют и для создания интерьерных форм (рисунок 4.9).

К **экологически чистым (экологичным) материалам** относятся, в частности: возобновляемая древесина (использование такой древесины не идет во вред лесам), бетон, натуральная штукатурка (она не выделяет летучие органические соединения и не содержит гипс), керамический и силикатный кирпич, природный камень, пеностекло, базальтовая каменная вата, прессованные соломенные блоки, переработанная древесина (если для ее изготовления не используются токсичные вещества), переработанное стекло, нетоксичные краски.



Рисунок 4.9. – Устройство декоративного потолка из пенополистирольных плит

Для того чтобы помещения зданий были экологичными, следует, помимо прочего, своевременно их обновлять (ремонттировать), не допускать применения отделочных материалов, не отвечающих требованиям экологической безопасности и не имеющих соответствующей маркировки.

Не помешает периодически проводить и **экологическую экспертизу помещений** – сравнительно новую услугу для их пользователей, жильцов многоквартирных домов например. В ходе такой экспертизы выявляют, помимо прочего, опасные для здоровья людей и животных вещества и их концентрации. Нередко в жилье превышение ПДК показывает вышеупомянутый *формальдегид*.

## 4.9. Видеоэкология

С точки зрения сравнительно молодой науки – *видеоэкологии*, базирующейся на осмыслении процессов зрения, *визуальное восприятие окружающей среды* человеком – один из существенных экологических факторов, определяющих ее общее качество (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10. – Монотонность фасада многоэтажного крупнопанельного жилого здания снижают поднимающиеся по нему растения

Видеоэкологические проблемы приобрели особую актуальность в процессе постоянно усиливавшейся с середины XX в. урбанизации. Она в значительной степени лишила людей естественной визуальной среды и, согласно информации Всемирной организации здравоохранения, является одной из причин постоянного увеличения количества психических заболеваний.

Что касается современных интерьеров, немалое их количество отличается негативным визуальным характером (рисунок 4.11). Так, подавляющая часть помещений имеет прямоугольные формы полов, стен и потолков, подобные внешние черты присущи и очень многим предметам мебели, немало в интерьерах, особенно общественных зданий, гомогенных и агрессивных визуальных зон.



Рисунок 4.11. – Несмотря на круглую форму плана учебной аудитории, ее интерьер с точки зрения видеоэкологии неправилен

Первые отличаются весьма малым числом видимых элементов или их полным отсутствием (в таких случаях говорят, что взгляду не за что зацепиться), вторые – наличием, например, сравнительно широких черных и темно-серых прямых и зигзагообразных линий в рисунке напольных покрытий.

В означенных визуальных средах плохо функционируют фундаментальные механизмы зрения. В гомогенной среде, в частности, мозг не получает подтверждения движению глаз. Это негативно сказывается на состоянии нервной системы человека, и он ощущает дискомфорт.

Следовательно, для получения наилучшего результата при проектировании и обустройстве интерьеров, а также других средовых объектов, необходимо учитывать рекомендации и со стороны видеоэкологов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что подразумевается под комфортом в жилых и схожих с ними общественных зданиях?
2. Что такое радар?
3. Каковы главные геометрические параметры помещений с точки зрения обеспечения их комфорта?
4. В каких случаях открытые помещения приобретают даже лечебные функции?
5. С помощью каких параметров оценивается температурно-влажностный режим помещений?
6. Как называются величины, используемые для контроля содержания в воздухе вредных веществ?
7. Что такое кратность воздухообмена?
8. Каким должно быть примерное отношение площади светопроемов жилых помещений к площади их полов?
9. Как можно осуществлять шумо- и виброзащиту зданий?
10. Что такое принцип «благоразумного предотвращения»?
11. Как делать помещения зданий экологически чистыми?
12. В чем суть видеоэкологии?

## 5. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ

Дизайнеры предметно-пространственной среды должны обладать умением разрабатывать в большей степени дизайнерские конструктивные изображения (чертежи, эскизы), нежели рабочую проектно-конструкторскую документацию. Последнюю им следует в первую очередь достаточно хорошо понимать и анализировать. Профессиональные партнеры ожидают от дизайнеров прежде всего дизайнерские изображения. Такие изображения, будучи в деталях проще инженерных, задают форму и основные параметры изделия, фрагмента предметно-пространственной среды или ее целиком, являются концептуальными и обобщающими. Даже разрабатывая отдельное изделие, дизайнеру необходимо видеть, как оно будет взаимодействовать со средой. А на соответствующих конструктивных изображениях должны находить свое отражение все компоненты предметно-пространственной среды: архитектурно-строительная, дизайнерская, техническая и т. д.

### 5.1. Проектирование и конструирование

Под терминами *проектирование* (а) и *конструирование* (б) по традиции, которая сложилась за время подготовки в Беларуси дизайнеров предметно-пространственной среды, понимают главным образом следующее: а – дизайн-проектирование с преобладанием художественной составляющей архитектурных и дизайнерских решений; б – инженерно-конструкторскую (с минимальным количеством простых расчетов) детализацию архитектурных и дизайнерских решений.

Провести четкую границу между проектированием и конструированием, особенно при использовании продвинутых цифровых технологий, не всегда представляется возможным. Вместе с тем во многих случаях у того и другого можно найти более или менее отчетливые характерные признаки.

Результат проектирования – *проект*, т. е. чаще всего чертежи с пояснениями, по которым сразу или после уточнения осуществляется материально-вещественная реализация (возведение, монтаж, изготовление и т. д.) дизайн-объекта.

Им может быть, например, надстроенный мансардный этаж, жилой или общественный интерьер, предмет или ансамбль мебели, рабочее место и оборудование преподавателя в аудитории, открытая детская площадка, дизайнерский арт-объект.

Проектирование предшествует *конструированию*, которое можно назвать уточнением (конкретизацией, детализацией) проекта.

Результат конструирования – уточненная (конкретная, детальная) *конструкция* дизайн-объекта.

Дизайнеры предметно-пространственной среды имеют дело как с изделиями, так и со строительными объектами. В проектно-конструкторском отношении между теми и другими немало общего, что находит свое отражение в разных нормах; но вместе с тем и существенных различий достаточно (рисунок 5.1).

- а – внутренняя дверь;  
б – выставочная инсталляция;  
в – дверца встроенного  
в ограждающую конструкцию сейфа;  
г – дверная фурнитура

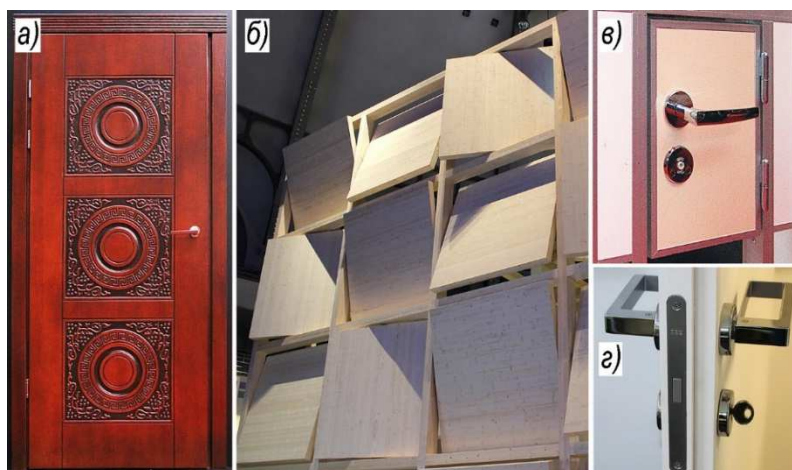


Рисунок 5.1. – Дизайнерские решения: общее и различия

Поэтому в данном разделе рассматривается то, что относится как к изделиям, производимым методами, которые имеют место в машиностроении, приборостроении и некоторых смежных отраслях, так и к строительным объектам.

## 5.2. Изделия. Требования к изделиям

Понятие *изделие* довольно широкое. Согласно ГОСТ 2.101–2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий», изделие – предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации. Изделиями могут быть устройства, средства, машины, агрегаты, аппараты, приспособления, оборудование, установки, инструменты, механизмы, системы и др. Составная часть изделия – изделие, выполняющее определенные функции в составе другого изделия.

При проектировании и конструировании изделий следует использовать *системный подход*. Он заключается в том, что часть целого и целое рассматриваются совместно.

*Система* (целое) – связанные и взаимодействующие элементы (части целого), которые образуют целостное единство. Системой можно считать изделие, а элементом – составную часть изделия. При этом, рассматривая систему, обязательно следует увязывать ее с внешней средой.

Ко многим видам изделий предъявляются следующие *требования*: эксплуатационные, социальные, экономические, технологические и производственные (рисунок 5.2)



Рисунок 5.2. – Оборудование этой ванной отвечает всем предъявляемым к нему требованиям, в т. ч. по безопасности

*Эксплуатационные требования* – соответствие назначению, защита от перегрузки, прочность, жесткость, износоустойчивость, долговечность, надежность. Надежность изделия – его способностью сохранять свои заданные проектом характеристики при эксплуатации.

*Социальные требования* – безопасность обслуживания, удобство обслуживания, условия обслуживания. Для должных условий обслуживания большое значение имеют, в частности, форма, отделка и окраска изделия.



**Экономические требования** – экономичность в эксплуатации, себестоимость изготовления.

**Технологические требования** – минимальная трудоемкость изготовления, ремонтпригодность, удобство складирования, транспортировки и установки.

**Важнейшее производственное требование** – соответствие конструкции изделия производственным возможностям изготовителя.

### 5.3. Стандартизация и унификация

Обеспечить надлежащее качество обширной номенклатуры производимых изделий и уменьшить их себестоимость позволяет использование типовых конструкторских решений, которые основываются на стандартизации и унификации.

**Стандартизация**, или **нормирование**, – деятельность по установлению и применению норм, правил и характеристик в целях обеспечения, помимо прочего, безопасности продукции, технической и информационной совместимости, взаимозаменяемости изделий, единства измерений и экономии ресурсов (рисунок 5.3).

Рисунок 5.3. – Пример стандартизации: светодиодная лампочка без проблем вкручивается в соответствующий ее цоколю патрон



**Конструкторская унификация** – приведение типов и типоразмеров элементов систем (изделий), условий и норм проектирования и конструирования к оптимальному минимуму. При этом уменьшение числа элементов систем не должно отрицательно сказываться на многообразии систем и внешних условий их применения.

Унификация предоставляет возможность применять имеющиеся на предприятиях станки, инструмент и оборудование, а также хорошо освоенные производственные технологии. Вдобавок к этому сокращаются складские запасы и улучшается материально-техническое снабжение. Отсюда вытекает значительное сокращение сроков и стоимости налаживания выпуска новой продукции.

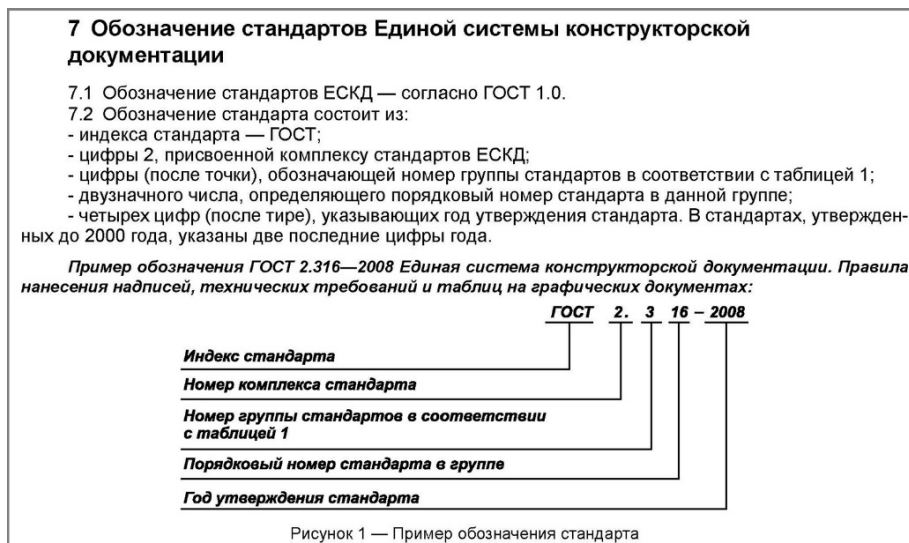
Пример унификации в случае производства мебели – повторение элементов одного типа в модели изделия. Например, в письменных столах возможно повторение внутренней (крепежной) фурнитуры и внутренней части выдвижных ящиков. Другой пример – в модели платяного шкафа варьируется фасад и наполнение при неизменном корпусе.

Унификация служит основой **агрегатирования** – компоновки изделий из ограниченного количества унифицированных элементов, а также **конструкционной преемственности** – использования в составе нового изделия существующих элементов.

### 5.4. Единая система конструкторской документации

**Единая система конструкторской документации (ЕСКД)** – комплекс межгосударственных стандартов, которые устанавливают единые оптимальные взаимосвязанные правила,

требования и нормы по разработке, оформлению и обращению **конструкторской документации (КД)**, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (рисунок 5.4). КД может выполняться как в бумажном, так и в электронном виде.



**Рисунок 5.4. – Фрагмент страницы 4 ГОСТ 2.001–2013  
 «Единая система конструкторской документации. Общие положения»**

Стандарты ЕСКД обеспечивают, помимо прочего, применение современных методов и средств при реализации процессов жизненного цикла изделия, необходимую комплектность и автоматизацию обработки КД, высокое качество изделий, безопасность их использования.

Хотя стандарты ЕСКД отнесены к изделиям машиностроения и приборостроения, область распространения отдельных из них расширена, в т. ч. на строительную и мебельную продукцию. Заметим, что изделиями машиностроения являются, помимо очень многого прочего, замочные и скобяные изделия, фурнитура, крепеж.

Стандарты ЕСКД распределяются по 10 классификационным группам: общие положения (группа 0), основные положения (группа 1), классификация и обозначение изделий и конструкторских документов (группа 2), общие правила выполнения чертежей (группа 3), правила выполнения чертежей различных изделий (группа 4), правила изменения и обращения КД (группа 5), правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации (группа 6), правила выполнения схем (группа 7), правила выполнения документов при макетном методе проектирования (группа 8), прочие стандарты (группа 9).

### **5.5. Стадии разработки, виды и комплектность конструкторских документов**

КД может разрабатываться в виде **проектной КД** и **рабочей КД**.

Стадия разработки **проектной КД** в свою очередь состоит из таких стадий, как разработка **технического предложения**, разработка **эскизного проекта** и разработка **технического проекта**.

Стадия разработки **рабочей КД** в свою очередь состоит из таких стадий, как разработка КД опытного образца (опытной партии) изделия, разработка КД на изделие серийного (массового) производства, разработка КД на изделие единичного производства.

В необходимых случаях вместо термина «документация» используют слово «документ».

Среди видов КД можно выделить электронную модель изделия (детали), чертеж изделия (детали), электронную модель сборочной единицы, сборочный чертеж, чертеж общего вида, теоретический чертеж, габаритный чертеж, схему, спецификацию, пояснительную записку, технические условия, расчет, инструкцию.

**Электронная модель изделия (детали)** содержит электронную геометрическую модель изделия (детали) и требования к его изготовлению и контролю (рисунок 5.5).

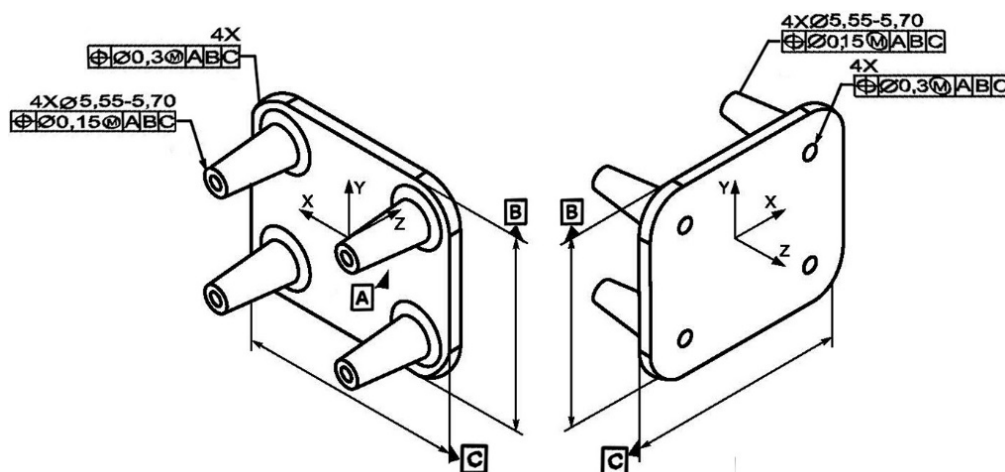


Рисунок 5.5. – Примеры отображения ПОУ (плоскость обозначений и указаний) при различной ориентации ЭГМИ (электронная геометрическая модель изделия) согласно ГОСТ 2.052–2021 «Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения»

**Чертеж изделия (детали)** содержит изображение изделия (детали) и другие данные, необходимые для его изготовления и контроля.

**Электронная модель сборочной единицы** содержит электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля.

**Сборочный чертеж** содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

**Чертеж общего вида** определяет конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняет принцип его работы.

**Теоретический чертеж** определяет геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей.

**Габаритный чертеж** содержит контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

**Схема** содержит показанные в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

**Спецификация** определяет состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

**Пояснительная записка** содержит описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

**Технические условия** содержат требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах.

**Расчет** содержит расчеты параметров и величин, расчет на прочность и др.

**Инструкция** содержит указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т. п.).

При определении комплектности КД на изделия различают *основную КД*, *основной комплект КД*, *полный комплект КД*.

**Основная КД** изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем КД полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав. За основную КД принимают, например, чертеж детали (для детали), спецификацию и/или электронную конструктивную структуру изделия (для сборочной единицы).

**Основной комплект КД** изделия объединяет КД, относящиеся ко всему изделию, например сборочный чертеж, технические условия. КД составных частей в основной комплект КД изделия не входят.

**Полный комплект КД** изделия в общем случае состоит из основного комплекта КД на изделие, а также основных комплектов КД на все составные части изделия, примененные по своим основным КД.

## 5.6. Система проектной документации для строительства

**Система проектной документации для строительства (СПДС)** – комплекс взаимосвязанных межгосударственных и национальных стандартов, содержащих общие требования и правила по разработке, оформлению и обращению проектной и рабочей документации для строительства объектов различного назначения (рисунок 5.6).

| 4.4 Проемы и отверстия  |             |
|---|-------------|
| Проемы и отверстия изображают в соответствии с таблицей 4.  |             |
| Т а б л и ц а 4   |             |
| Наименование  | Изображение |
| <p>1 Проем или отверстие в стене, перекрытии, перегородке, покрытии (проектируемые без заполнения).</p> <p>П р и м е ч а н и е — Ломаную линию внутри изображения допускается не проводить, если однозначно понятно, что это — проем или отверстие.</p> |             |
| <p>2 Проем или отверстие, подлежащие пробивке в существующей стене, перегородке, покрытии, перекрытии</p>   |             |
| <p>3 Проем или отверстие в существующей стене, перегородке, покрытии, перекрытии, подлежащие заделке.</p> <p>П р и м е ч а н и е — В поясняющей надписи вместо многоточия указывают материал закладки.</p>  |             |

Рисунок 5.6. – Фрагмент страницы 6 ГОСТ 21.201–2011 «Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций»

**Стандарты СПДС**, устанавливающие единые правила выполнения проектной и рабочей документации, обеспечивают, помимо прочего, **унификацию**: 1) применяемых терминов и определений; 2) состава, правил выполнения, оформления и обращения документации с учетом ее

назначения; 3) условных графических изображений и обозначений, применяемых на чертежах и схемах; 4) применяемых в документации текстовых форм. Эти стандарты обеспечивают также применение современных информационных технологий, методов и средств автоматизированного проектирования и электронного документооборота, возможность гармонизации стандартов СПДС с международными и региональными стандартами в области строительства.

Стандарты СПДС распределяются по 10 *классификационным группам*: общие положения (группа 0), общие правила выполнения чертежей и текстовых документов (группа 1), условные обозначения и изображения на чертежах и схемах (группа 2), правила выполнения документации инженерных изысканий (группа 3), правила выполнения технологической проектной документации (группа 4), правила выполнения архитектурно-строительной проектной документации (группа 5), правила выполнения проектной документации инженерного обеспечения зданий и сооружений (группа 6), правила выполнения проектной документации инженерных сооружений, наружных сетей и коммуникаций (группа 7), правила выполнения планировочной и градостроительной проектной документации (группа 8), прочие стандарты (группа 9).

## 5.7. Нормативно-техническая база Беларуси

В Беларуси принят единый подход к *техническому нормированию и стандартизации* продукции, в числе которой различные конструкции и изделия. Действующая в стране нормативно-техническая база охватывает практически все отрасли экономики (в т. ч. строительство, производство мебели и других компонентов предметно-пространственной среды) и социальный сектор. Без нормативно-технического обеспечения не остаются, в частности, такие перспективные сферы, как информационные технологии и энергоэффективность.

Согласно белорусской системе технического нормирования и стандартизации, к техническим нормативным правовым актам (ТНПА) относятся:

- *технические регламенты (ТР)*;
- *строительные нормы (СН)*;
- *строительные правила (СП)*;
- *технические кодексы установившейся практики (ТКП)*;
- *государственные стандарты (СТБ)*;
- *общегосударственные классификаторы*;
- *технические условия (ТУ)*;
- *стандарты организаций*.

*Строительные нормы (СН)* и *строительные правила (СП)* по мере их разработки и введения в действие заменяют собой, в частности, технические кодексы установившейся практики (ТКП).

*Строительные нормы (СН)*, включающие в себя требования по безопасности зданий и сооружений, предназначены для обязательного применения (рисунок 5.7).

*Строительные правила (СП)* закрепляют способы достижения требований строительных норм (рисунок 5.7).

Приоритетным считается применение международных и региональных (межгосударственных) стандартов.

Из технических регламентов следует обратить внимание на два из них: ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» и ТР 2007/003/ВУ «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь». ТР 2009/013/ВУ гармонизирован с Директивой 89/106/ЕЕС и устанавливает требования к сооружениям, проектной документации, строительным материалам и изделиям в целях защиты жизни, здоровья и наследственности граждан, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей (пользователей) относительно назначения и безопасности сооружений, строительных материалов и изделий.

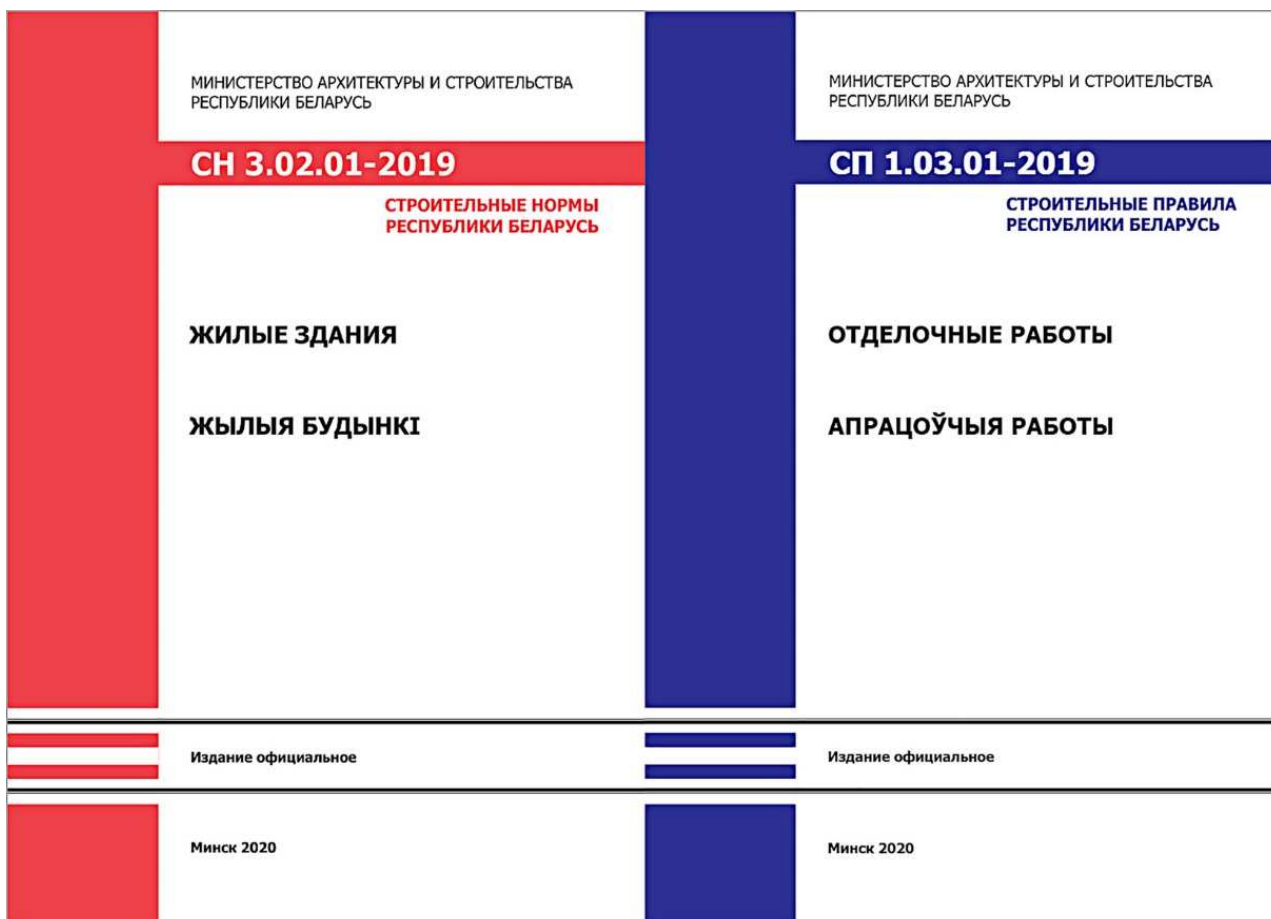


Рисунок 5.7. – Примеры обложки СН и обложки СП

Согласно ТР по безопасности число обязательных при проектировании требований ограничено соблюдением **существенных требований безопасности**:

- механической прочности и устойчивости;
- пожарной безопасности;
- гигиены, защиты здоровья и наследственности человека, охраны окружающей среды;
- защиты от шума и вибрации;
- безопасности при эксплуатации;
- экономии энергии и тепловой защиты.

Данный подход идентичен подходу, который наличествует в странах Европейского союза. Его отличительная черта – стремление к оптимальному сочетанию интересов (технических, научных и общественных) всех тех, кто заинтересован в разработке и применении технических норм с целью достижения все более высокого уровня жизни людей.

По сути дела, в Беларуси идет переход от **предписывающего нормирования** к **параметрическому нормированию**. Последнее предполагает нормирование требований к характеристикам (параметрам) готового объекта. Как их достичь, решает тот, кто проектирует и строит. Таким образом устраняются многие помехи, мешающие оперативно внедрять инновационные решения.

Очевидно, любые технические нормы необходимо постоянно улучшать. При этом надо понимать, что они, во-первых, предназначены для компетентных в их использовании специалистов и, во-вторых, не являются единственным источником знаний. Тем более в случае дизайнерского конструирования, по определению отличающегося инновационным характером. Даже самые совершенные и перспективные технические нормы базируются на прошлых знаниях, поэтому для дизайнеров они должны быть не сводами незыблемых истин, а руководством к техническому образу мысли и действия.

## Вопросы для самопроверки

1. В чем схожесть и различия проектирования и конструирования?
2. Что означает понятие «изделие»?
3. Какие требования предъявляются к изделиям?
4. В чем суть стандартизации и унификации?
5. Что такое ЕСКД?
6. Какие существуют виды конструкторской документации?
7. Что такое СПДС?
8. Что относится к ТНПА в Беларуси?
9. Что предполагает параметрическое нормирование?

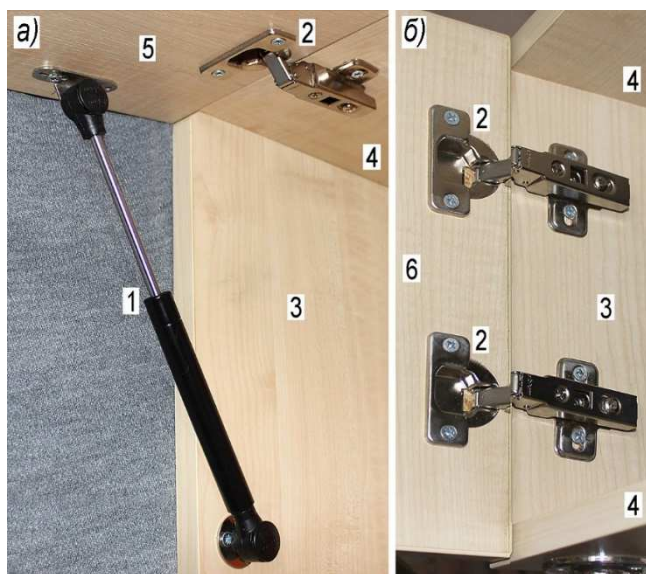
## 6. ИНТЕРЬЕРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСНОВЫ

Дизайнер предметно-пространственной среды, продумывая наполнение интерьерных и экстерьерных пространств различными предметами, неизбежно сталкивается с необходимостью решения конструктивных задач, связанных с мебелью и оборудованием. По меньшей мере от него требуется готовить соответствующие проектные предложения для их дальнейшей проработки дизайнером соответствующего направления. При этом оба дизайнера должны хорошо понимать друг друга, для чего первому следует быть отчасти дизайнером соответствующего направления, а второму – отчасти дизайнером предметно-пространственной среды.

### 6.1. Важнейшие термины и определения, основные требования к мебели

Важнейшие термины и определения:

- **деталь** – изделие, которое изготавливают из однородного материала, не выполняя сборку (рисунок 6.1);
- **сборочная единица** – изделие в виде соединенных составных частей, или деталей (рисунок 6.1);
- **мебель (мебельная продукция)** – перемещаемые или стационарные изделия для обстановки жилых и общественных помещений, а также других зон пребывания человека;
- **мебельное изделие (изделие мебели)** – единица мебельной продукции, применяемая самостоятельно;
- **стационарная мебель** – применяемые самостоятельно мебельные изделия, которые крепятся к полу (грунту), и/или к стене (стенам), и/или к потолку, в т. ч. мебельные изделия, которые эксплуатируются на открытом воздухе;
- **встроенная мебель** – стационарные мебельные изделия, частями которых являются пол и/или потолок, а также одна, две либо три стены помещения;
- **набор мебели** – переменная группа мебельных изделий различного функционального назначения, которые изготовлены в соответствии с целостным стилевым решением и согласованы между собой по размерам, конструкции и отделке; один набор позволяет создавать разные комбинации комплектов мебели;
- **комплект мебели** – такой набор изделий мебели, который в полной мере соответствует заданному назначению только в своей совокупности.
- **гарнитур мебели** – группа изделий мебели, которые объединены едиными стилистическими и конструктивными признаками и предназначены для обстановки определенной функциональной зоны помещения (рисунок 6.2).



- а** – часть полки с газовым лифтом;
- б** – часть полки с накладными петлями;
- 1** – газовый лифт; **2** – накладная петля;
- 3** – вертикальная панель полки;
- 4** – горизонтальная панель полки;
- 5** – горизонтальная дверца полки;
- 6** – вертикальная дверца полки

Рисунок 6.1. – Газовый лифт и накладная петля с доводчиком как сборочные единицы навесной книжной полки



Потребитель и производитель оценивают мебель неодинаково. Потребителю нужна в первую очередь недорогая, практичная, удобная и красивая мебель, у производителя на первое место выходят низкие производственные издержки, технологичность (она особенно важна при массовом серийном изготовлении) и транспортабельность. По-своему гармонизируют интересы той и другой стороны дизайнеры, разрабатывающие мебель и предметно-пространственную среду.



Рисунок 6.2. – Гарнитур мебели для спальни на выставке в г. Минске

Кроме названных, следует упомянуть еще такие требования, как прочность и долговечность (в сущности, это и есть надежность), гигиеничность, экологическая чистота. К мебели специального назначения, например медицинской или лабораторной, предъявляются специфические требования, обусловленные условиями ее эксплуатации.

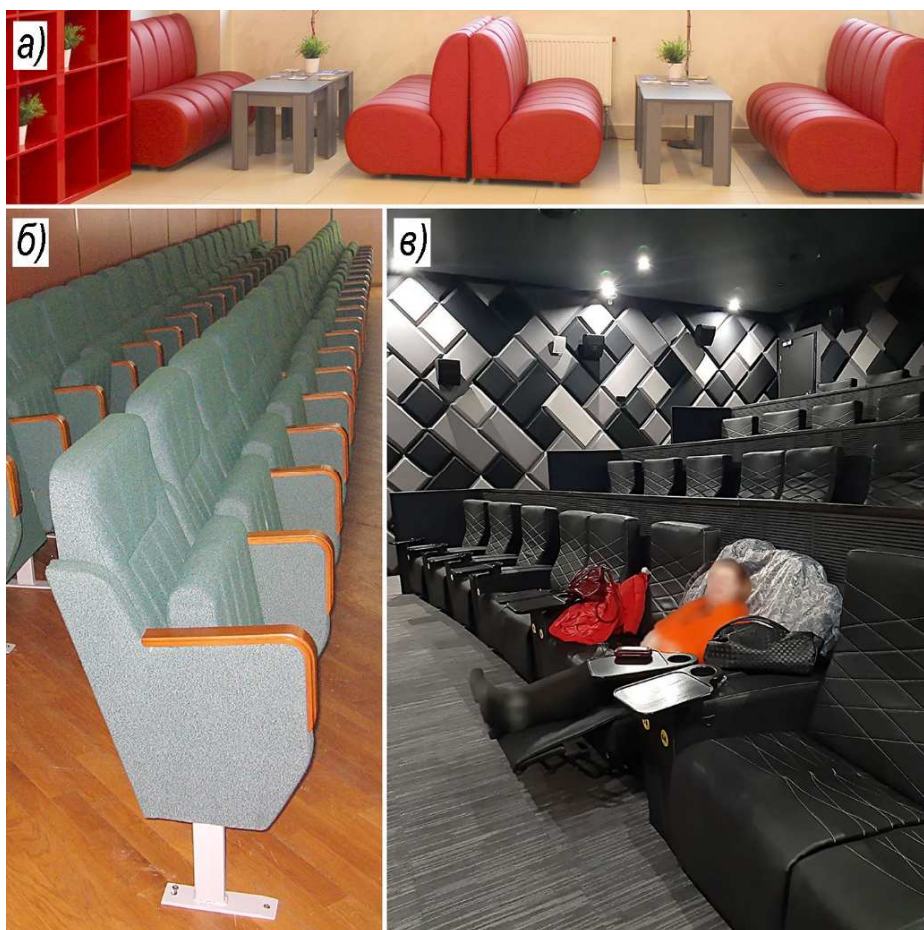
## 6.2. Виды мебели

Мебель подразделяется по следующим основным признакам:

- *эксплуатационным*, они характеризуют целевое назначение мебели;
- *функциональным*, они характеризуют особенности деятельности потребителя, связанные с конкретным видом мебели;
- *художественно-конструктивным*, они характеризуют форму и конструкцию мебели;
- *технологическим*, они характеризуют применяемые материалы и способ изготовления;
- *производственным*, они характеризуют количество изготавливаемой мебели;
- *качественным*, они характеризуют уровень требований к внешнему виду, изготовлению и эксплуатации мебели.

Отметим, что практически любая классификация мебели носит достаточно условный характер. Например, одни и те же изделия мебели могут с одинаковым успехом применяться в помещениях разного назначения.

По *эксплуатационным признакам* мебель подразделяют, в частности, на мебель бытовую (для городского, загородного и сельского жилища – рисунки 6.1 и 6.2), для общественных помещений (рисунок 6.3), детскую, для дошкольных учреждений, для молодежи, для людей с ограниченными физическими возможностями, для общежитий, для гостиниц (рисунок 6.4), медицинскую, для аптек, лабораторную, для предприятий торговли, для предприятий общественного питания (рисунок 6.3), для театрально-зрелищных предприятий (рисунок 6.3), для административных помещений, для учебных заведений, для использования на открытом воздухе (рисунок 6.5), в т. ч. садовую.



*a* – диваны, столики и стеллаж в кинобаре торгового центра «Титан»; *б* – кресла с откидными сиденьями в одном из залов для собраний; *в* – кресла с механизмом реклайнер (автоматически раскладывающиеся кресла с подставкой для ног и выдвигаемым столиком) в кинозале VOKA CINEMA by Silver Screen, торгово-развлекательный центр Dana Mall

**Рисунок 6.3. – Мебель для предприятий общественного питания, общественных помещений и театрально-зрелищных предприятий (объекты г. Минска)**



*a* – шкаф-купе с буфетом; *б, в* – мини-бар

**Рисунок 6.4. – Мебель для гостиниц (объекты г. Франкфурта-на-Майне, Германия)**



**а** – стационарная из досок и металлических элементов у кафе в г. Алингсосе, Швеция;  
**б** – переносная (мобильная) тяжелая из досок и металлических элементов в пригороде г. Стокгольма, Швеция; **в** – переносная (мобильная) легкая у кафе вблизи главного футбольного стадиона в г. Барселоне, Испания

**Рисунок 6.5. – Мебель на открытом воздухе**

По **функциональным признакам** мебель подразделяют прежде всего на мебель корпусную (мебель для хранения), для сидения и лежания, для работы и приема пищи, на подставки под разные предметы и мебель комбинированную (многофункциональную).

По **художественно-конструктивным признакам**, если иметь в виду прежде всего конструктивные решения, мебель подразделяют на следующие основные виды:

- *щитовую* (см. рисунки 6.1 и 6.4); это, иначе говоря, корпусная мебель, корпус которой состоит главным образом из соединенных между собой щитовых деталей;

- *рамочную*; это корпусная мебель, корпус которой состоит главным образом из соединенных между собой рамок-обвязок с филенками из листовых и плитных материалов; на рисунке 6.2 представлена подобная мебель, ее можно отнести и к брусковой (см. ниже), т. к. в ее основе лежат бруски;

- *брусковую*; это корпусная мебель и мебель для сидения и лежания, корпус и каркас которой состоит главным образом из соединенных между собой, но не склеенных в щиты брусков;

- *мягкую* (см. рисунок 6.3); такая мебель бывает и секционной (рисунок 6.6);

- *разборную*; такую мебель можно разбирать и вновь собирать без ухудшения качества;

- *неразборную*;

- *секционную*; такая мебель формируется из отдельных шкафов-секций, оснащенных полками, ящиками, контейнерами, штангами, дверками и т. д.; секции можно составлять по ширине и высоте, добиваясь разнообразных композиционных решений, а также применять как отдельные мебельные изделия;

- *универсально-сборную*; такую мебель можно собирать в различных вариантах; она включает в себя в основном унифицированные стенки, полки, дверки и другие плоские элементы, в нее могут также входить унифицированные объемные элементы: ящики, полужащики, опорные скамейки и др.; эту мебель отличает отсутствие сдвоенных горизонтальных и вертикальных стенок;

- *стеллажную* (рисунок 6.7); это разновидность универсально-сборной мебели; такая мебель состоит из плоских и/или полностью собранных объемных элементов, закрепленных на несущих стойках; разновидность стеллажной мебели – консольная, или навесная, мебель;

- *трансформируемую* (рисунок 6.8); в результате взаимного пространственного перемещения элементов такой мебели можно менять ее функциональное назначение;

- *складную* (рисунок 6.9); такая мебель предназначена для постоянного использования, но для уменьшения габаритов она может быть сложена посредством изменения взаимного пространственного положения ее частей;
- *раскладную*; такая мебель, предназначенная для периодического использования, хранится в сложенном виде, в рабочее положение она переводится посредством изменения взаимного пространственного положения ее частей; такой мебелью называют, например, и диваны с ящиком для белья.



**Рисунок 6.6. – Фойе Минского международного образовательного центра с секционными диванами и другой мебелью**



**а – в одной из квартир; б – на одном из стендов крупной светотехнической выставки**  
**Рисунок 6.7. – Стеллажная мебель в г. Франкфурте-на-Майне, Германия**



Рисунок 6.8. – Трансформируемая мебель: кадры из видеофильма компании Resource Furniture, США



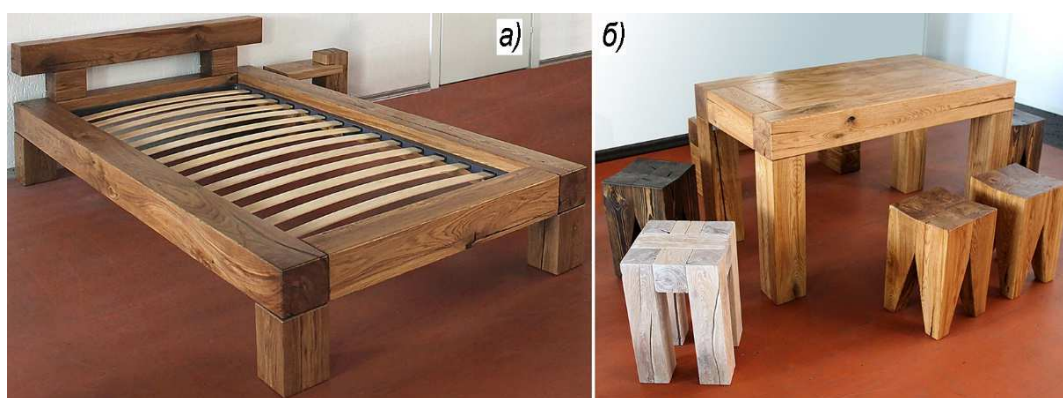
*a* – в сложенном состоянии; *б* – в полуразложенном состоянии; *в* – в разложенном состоянии; *г* – в полуразложенном состоянии на виде снизу (ненадежные места крепления ножек к горизонтальным царгам усилены пользователем накладками из фанеры)

Рисунок 6.9. – Стол-книга как представитель складной мебели

По *технологическим признакам* мебель подразделяют на следующие основные виды:

- *гнутую*; в такой мебели преобладают гнутые детали из цельной древесины;
- *гнутоклееную*; в такой мебели преобладают детали, которые изготовлены методом гнутья с одновременным склеиванием;

- *плетеную*; в такой мебели преобладают плетеные детали;
- *из цельной древесины*; такая мебель почти полностью, помимо задних стенок и доньев выдвижных ящиков, изготавливается из цельной неклееной древесины;
- *из массивной древесины* (рисунок 6.10); это щитовая, рамочная или брусковая мебель, почти полностью изготовленная из массивной древесины, в т. ч. клееной;
- *из древесных материалов* (см. рисунок 6.1); такая мебель изготавливается преимущественно из древесных материалов, например древесностружечных плит – ДСП, облицованных натуральным шпоном;
- *из пластмасс* (рисунок 6.11); в такой мебели преобладают детали из пластмасс;
- *из металла* (рисунок 6.11); в такой мебели преобладают детали из металла;
- *из стекла* (на рисунке 6.6 столики на колесах имеют стеклянные столешницы); в такой мебели преобладают детали из стекла;
- *из картона*; в такой мебели преобладают детали из картона и гофрокартона;
- *надувную*; такая мебель изготавливается на основе герметичных емкостей, эксплуатационная форма придается за счет закачивания в них воздуха.



*а* – кровать, оснащенная деревянными ортопедическими латами (ламелями); *б* – стол и табуретки

**Рисунок 6.10. – Мебель из массивной древесины на выставке в г. Минске**



*а* – пластмассовые кресла с металлическими ножками в г. Хайфе, Израиль;  
*б* – металлические кресла на железнодорожном вокзале в г. Таррагоне, Испания

**Рисунок 6.11. – Мебель из пластмассы и металла**

По **производственным признакам** мебель подразделяют на *экспериментальную, серийную и массовую*.

**Качество** мебельных изделий регламентируется нормами. Однако не все аспекты качества возможно более или менее точно отразить в нормах. Поэтому, например, качество формы, художественных решений, отделки в определенных случаях должно отвечать официально утвержденным техническим описаниям мебельных изделий.

### 6.3. Условные классы мебели

Существует *неофициальное* деление мебели на условные классы, отражающее ее качественный и соответственно стоимостный уровень.

Мебель *класса эконом* изготавливается в условиях однотипного заводского производства из ДСП, древесноволокнистых плит средней плотности – МДФ и других обычных материалов. Такая мебель, как правило, не производится на заказ.

Мебель *класса средний* надежнее и разнообразнее мебели класса эконом. Также часто изготавливается в условиях однотипного заводского производства из ДСП и стали с использованием типичных декоративных элементов.

Мебель *класса премиум* из высококачественных материалов весьма долговечна, надежна и комфортабельна (рисунок 6.12). Ее разрабатывают профессиональные дизайнеры мебели, поэтому она имеет оригинальный внешний вид с художественным декором. При этом заказчик может самостоятельно выбирать древесину, ткань и др.



Рисунок 6.12. – Комплект мебели класса премиум на выставке в г. Минске

Мебель *класса люкс* изготавливают с большой долей ручной работы из высококачественных и редко применяемых дорогих материалов. Профессиональные дизайнеры и мастера-мебельщики стараются, чтобы такая мебель, производимая в небольших количествах, была уникальной и являла собой произведения мебельного искусства.

Мебель *класса де люкс* изготавливают из самых лучших материалов в единичных экземплярах. Считается, что в ее разработке непременно должен участвовать известный дизайнер или компания.

### 6.4. Основные конструктивные элементы и решения

При конструировании мебели следует в первую очередь хорошо понимать взаимосвязь между формообразующими возможностями материалов и рациональными конструктивными решениями, а также учитывать новейшие достижения в мебельной сфере.

#### 6.4.1. Виды материалов и учет свойств древесины

*Материалы* для изготовления мебели подразделяют на *основные* и *вспомогательные*. Первые входят в состав мебельных изделий, вторые не входят, являясь технологическими.

*Основные материалы* подразделяют на *конструкционные, облицовочные, отделочные, клеевые* и *дополнительные*. Самый ходовой конструкционный материал – древесина. К облицовочным материалам относятся, например, строганный шпон, декоративная ламинационная пленка (она успешно заменяет шпон), полимерный листовый пластик, кожа, искусственная

кожа, облицовочные ткани (гобелен, плюш, дерматин и др.). Совмещают свойства конструкционного и облицовочного материала древесностружечные плиты, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров (ЛДСП). Распространенные отделочные материалы – мебельные лаки.

*Свойства древесины* разных пород (плотность, твердость, прочность, текстура, цвет и др.) различаются. Это надо учитывать при изготовлении мебели. Возьмем для примера древесину сосны и грецкого ореха. Первая, с одной стороны, очень мягкая при плотности порядка  $510 \text{ кг/м}^3$  (поэтому легко обрабатывается), а с другой – прочная. Значит, из такой древесины делают и фасады мебельных изделий, и их несущие элементы. Притом сравнительно недорогие. Древесина грецкого ореха имеет плотность порядка  $600 \text{ кг/м}^3$  и среднюю твердость. Прочная и долговечная мебель из нее заметно дороже сосновой, т. к. среди важных достоинств весьма красивой ореховой древесины – неподверженность гниению и разрушению насекомыми.

При конструировании *столярных*, т. е. изготавливаемых путем механической обработки деревянных заготовок, мебельных изделий следует в первую очередь обеспечивать достаточно свободное деформирование их отдельных частей без нарушения формы и снижения прочности изделий в целом. Например, филенка, которая вставлена в пазы, образованные багетом, не должна работать в распор и выгибаться в случае набухания из-за воздействия влаги (рисунок 6.13).



**а** – исповедальня архикафедрального собора Пресвятого Имени Пресвятой Девы Марии в г. Минске;  
**б-г** – некоторые варианты крепления филенок в рамах; 1 – филенка; 2 – багет; 3 – царга

**Рисунок 6.13. – Филёнки**

Кроме того, следует обеспечивать:

- наименьшее коробление деталей (это достигается, если они склеиваются из нескольких частей, уравнивающих выгиб и скручивание друг друга);
- совпадение направления действия сжимающих и растягивающих усилий с направлением волокон в деталях;
- учет ползучести деталей под нагрузкой; вследствие ползучести их деформации спустя какое-то время, при одной и той же нагрузке, возрастают вдвое;
- возможность изготовления всех деталей и соединений на станках при минимизации расхода основных материалов;
- рациональность форм и размеров изделий, взаимозаменяемость их деталей.



#### 6.4.2. Некоторые основные материалы и изделия для изготовления мебели

*Металлические детали* мебели в частности и *металлическая мебель* в целом особенно хороши в случае общественных и других нежилых помещений, а также на открытом воздухе. Для изготовления мебельных каркасов и опор часто применяют профили (трубы) квадратного, круглого и других сечений из стали и алюминиевых сплавов (рисунки 6.11 и 6.14).



*a* – общий вид; *б* – вид снизу

Рисунок 6.14. – Стул со значительным преобладанием стальных деталей

Для изготовления мебели применяют разные *пластмассы*: *жесткие*, *полужесткие* и *мягкие*. Следует иметь в виду, что пластмассы стареют быстрее, чем древесина и тем более металл.

Что касается *пластмассовой мебели*, она может быть, помимо прочего, литой из термопластичных пластмасс (рисунок 6.15), формованной из стеклопластиков и склеенной (пластмасса + пластмасса, пластмасса + древесина, пластмасса + металл).

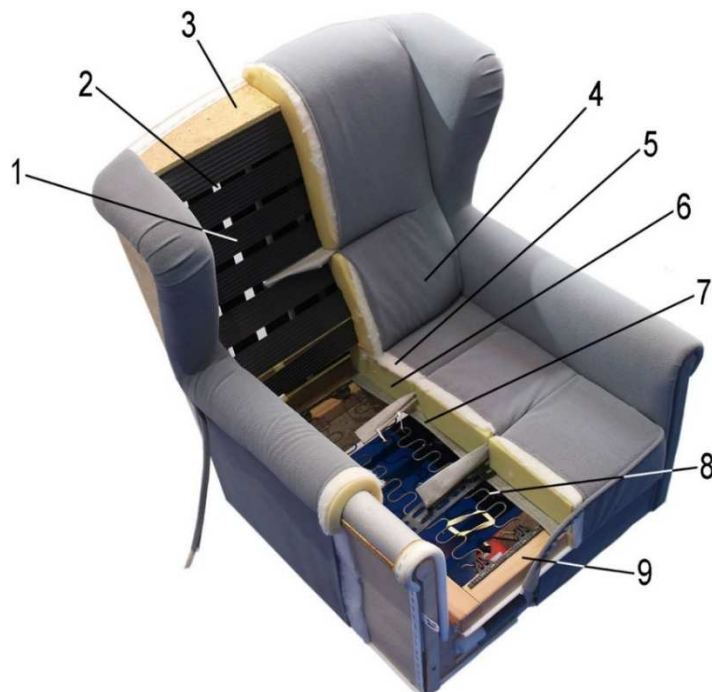


Рисунок 6.15. – Литая пластмассовая детская табуретка

*Металлическая мебель* бывает *литой*, т. е. с основными литыми деталями из легких и цветных сплавов, *штампованной*, *сварной* из профильного проката и труб из легких сплавов на основе алюминия, титана, а также аналогичных стальных элементов.

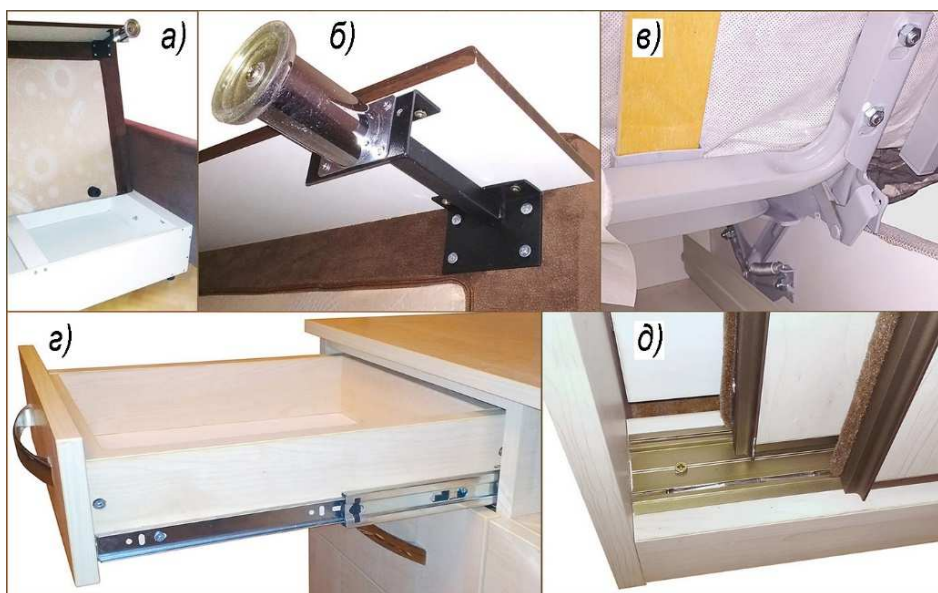
Самую лучшую *мягкую мебель* (рисунок 6.16) изготавливают с цельнодеревянным каркасом. Для *эластичных оснований* кроватей, кресел и другой мягкой мебели используют, в частности, ленты из металла и полимерных материалов, пружины типа «змейка», цилиндрические пружины. *Эластичные и гибкие основания* выполняют из резиновых, в т. ч. на тканевой основе, лент, а *гибкие основания* – из текстильных лент. Практически любые формы мягкой мебели можно реализовывать с помощью газонаполненных полимерных *настилочных* материалов, например пенополиуретанов и пенорезины.

Для изготовления мебельных изделий используют **фурнитуру**: *лицевую* (ручки, ключи и др.) и *крепежную* (уголки, петли, стяжки, замки, задвижки, держатели, подвески, направляющие, механизмы трансформации и др.). К **метизам** относятся гвозди, шурупы (конфирмат), винты, болты, гайки, шайбы, скобы и др. Например, для крепления фурнитуры служат шурупы и винты с гайками и шайбами. Примеры использования фурнитуры и метизов приведены на рисунке 6.17.



1 – верхний эластичный ремень; 2 – нижний эластичный ремень;  
3 – древесноволокнистая плита; 4 – обивочная ткань; 5 – синтепон;  
6 – поролон; 7 – войлок; 8 – пружина типа «змейка»; 9 – деревянный каркас

Рисунок 6.16. – Конструкция мягкого кресла



а, б – раскладной диван с ящиком для белья и специальными опорами; в – раскладной диван с ящиком для белья и механизмом трансформации; г – тумба с выдвигающимися ящиками; д – шкаф-купе с раздвижными дверями, перемещающимися по направляющим

Рисунок 6.17. – Примеры использования фурнитуры и метизов

Для **остекления** мебели (дверцы и др., рисунок 6.18) используют, помимо прочего, стекло листовое полированное, неполированное и узорчатое толщиной от 3 до 6 мм. Мебельные зеркала выполняют из полированного стекла с серебряным или алюминиевым покрытием.



**а** – журнальный стол со столешницей из матового стекла и полкой из прозрачного стекла в одном из офисов в г. Минске; **б–г** – дверца и полка буфета в квартирном секционном шкафу-стенке; **д** – зеркальные двери шкафа-купе в одной из гостиниц г. Салоу, Испания

Рисунок 6.18. – Остекление мебели

Для украшения корпусной и мягкой мебели применяют и художественное стекло, например детали витража. Соответствующие декорирующие вставки играют роль остекления. Имитировать витраж позволяет фотопечать. В этом случае на стекле воспроизводятся с фотографической точностью любые изображения.

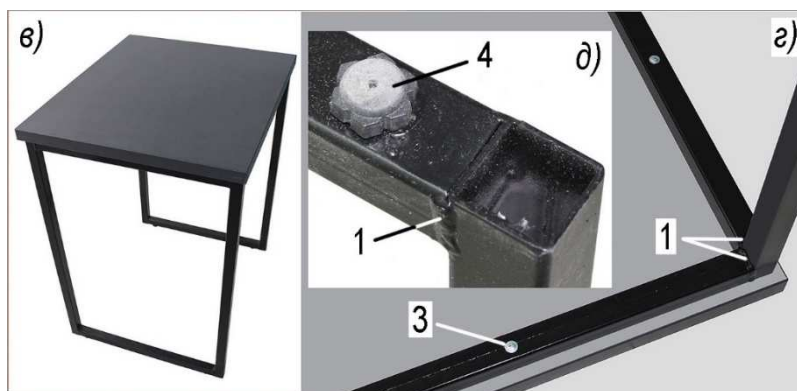
### 6.4.3. Соединение составных частей мебели

Составные части мебели соединяют разными способами, получая **неразъемные** (неразборные) и **разъемные** (разборные) соединения. Для соединения используется *механическая сборка*; *сварка* – электродуговая, аргонодуговая, плазменная, точечная и др. (рисунок 6.19); *склеивание* (холодное, с нагревом).



**а, б** – аудиторный стул; **1** – сварные швы; **2** – винт или шуруп

Рисунок 6.19. – Механические и сварные соединения (начало)



*б-д* – аудиторный стол;  
*1* – сварные швы; *3* – винт с шайбой; *4* – регулятор уровня

**Рисунок 6.19. – Механические и сварные соединения (окончание)**

В случае *деревянной мебели* соединения *неразъемные* выполняются на шипах, на клею, гвоздях и т. д., *разъемные жесткие* – на стяжках, шкантах без клея, болтах-гайках, шурупах и т. д. (рисунок 6.20), *разъемные подвижные* – на петлях, направляющих, шарнирах и т. д. Многие из этих соединений применяются и в случае деталей из древесных материалов.



*1*– столешница; *2* – стальной уголок; *3* – шуруп; *4* – горизонтальная деревянная царга;  
*5* – соединительный профиль; *6* – болт с гайкой; *7* – ножка

**Рисунок 6.20. – Разъемное жесткое соединение элементов кухонного стола**

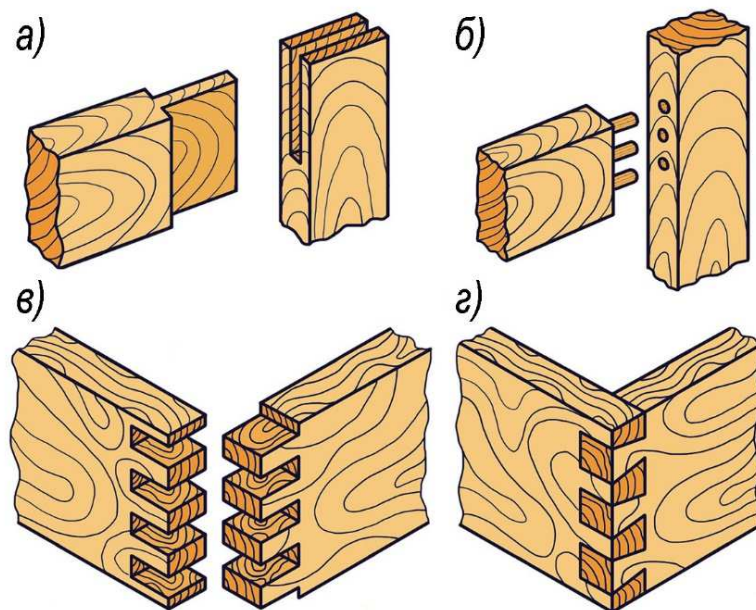
Разъемные соединения характерны для универсально-сборной мебели.

По форме *шипы* бывают плоскими (в виде прямоугольного параллелепипеда), трапециевидными (в виде прямой призмы, в основании которой лежит трапеция) и круглые (в виде цилиндра).

Одни шипы изготавливаются вместе с деталью, другие являются вставными. Вставные круглые шипы – *шканты*, вставные плоские – *шипонки* (рисунок 6.21).

*Угловые соединения* часто выполняют с одинарным или двойным сквозным либо несквозным шипом. Чем больше шипов в соединении, тем обширнее площадь склеивания, а значит, соединение прочнее.

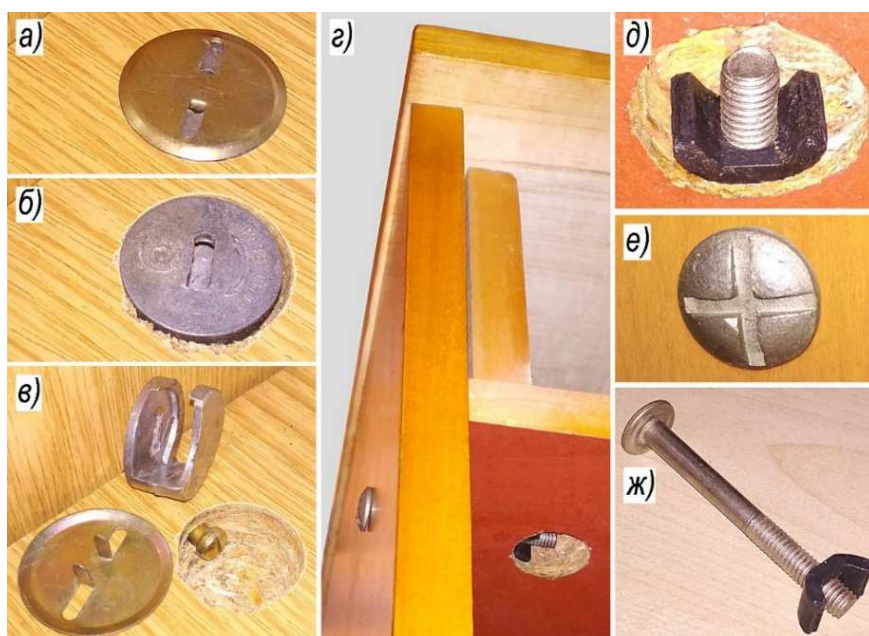
*Шканты* позволяют делать скрытые соединения, когда для них в двух соединяемых деталях просверливаются соосные отверстия. Подобные соединения можно укреплять с помощью клея.



**а** – соединение прямым сквозным шипом; **б** – соединение на шкантах;  
**в** – ящичное соединение на прямых шипах;  
**г** – ящичное соединение на открытых шипах «ласточкин хвост»

**Рисунок 6.21. – Шканты и шпонки**

Два основных вида *стяжек* – эксцентриковая и винтовая (межсекционная) показаны на рисунке 6.22. Первый вид, позволяющий не один раз собирать и разбирать мебель без снижения ее жесткости, предназначен для скрытых соединений и используется при заводской сборке мебели. Второй вид – это винт с гайкой.



**а–в** – эксцентриковая; **г–ж** – винтовая

**Рисунок 6.22. – Стяжки**

Для соединения *металлических деталей* используют, помимо прочего, винтовые крепления, а *пластмассовые детали* во многих случаях можно соединять, применяя крепеж для древесных материалов.

## 6.5. Общие принципы конструирования мебели

**Конструирование** мебельного изделия осуществляется дизайнером (на первом этапе и главным образом в виде эскизов) и конструктором (на втором этапе и главным образом в виде чертежей).

При этом дизайнерские решения приоритетны, т. к. именно дизайнер определяет то, как будет выглядеть и функционировать мебельное изделие, какими будут его принципиальные конструктивные решения. Задача конструктора – конкретизация наработок дизайнера, доведение их до реализации. В связке «дизайнер – конструктор» обязательно должно быть профессиональное взаимопонимание, поэтому дизайнер обязан обладать достаточной конструкторской грамотностью, а конструктор – дизайнерской.

Конструкция и геометрические параметры мебельного изделия должны соответствовать его функции и эргономическим требованиям, а также способствовать его технологичности при минимальном расходе всех видов ресурсов.

Следует обеспечивать максимально возможную степень унификации и взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц, а также простоту сборки изделия. К этому стоит стремиться даже в случае мебели класса де люкс.

По возможности необходимо использовать приемы **комбинаторики** – одного из распространенных подходов к формообразованию мебели – с целью создания разнообразных вариантов мебельных форм, имеющих в своей основе унифицированные (типизированные) элементы. При этом весьма эффективной, как и в строительстве, бывает *модульная координация размеров* на базе основного модуля 100 мм. Например, в случае универсально-сборной мебели модульную сетку можно располагать по осям вертикальных и горизонтальных плоских деталей.

*Индивидуализировать* мебельные изделия, имеющие одинаковую форму и конструктивную основу, следует за счет различных облицовок, отделок, колористических и декоративных решений (рисунок 6.23).



Рисунок 6.23. – Индивидуализация стульев за счет разной обивки, выставка в г. Минске

Разработки дизайнерского уровня должны соответствовать требованиям конструкторского уровня, т. е. техническим правилам конструирования.

## 6.6. Оборудование интерьеров

**Оборудование интерьеров**, как правило, представляет собой готовые изделия и системы (рисунок 6.24). От дизайнеров предметно-пространственной среды часто требуется подобрать их с точки зрения эстетики и при необходимости задекорировать или иным образом изменить их вид для гармоничной интеграции в интерьер.



**а** – дровяной камин; **б** – электрический камин; **в** – островной подвесной потолок, осветительный прибор, металлический кабель-канал, воздуховод, настенный блок кондиционера воздуха; **г** – отопительный прибор, вертикальные жалюзи, встроенный блок розеток

**Рисунок 6.24. – Примеры оборудования интерьеров**

Это относится к встроенному оборудованию (вентиляционные решетки и короба, вытяжки, камины, отопительные приборы, скрытые светильники и т. д.), приставному оборудованию (сантехнические приборы, трансформируемые перегородки, светозащитные устройства и т. д.), стационарному предметному наполнению помещений (фортепиано, настенные телевизоры, большие аквариумы, холодильники, стиральные машины и т. д.), подвижному и напольному предметному наполнению помещений (торшеры, ковры, вентиляторы и т. д.). Бывает и так, что дизайнеры предметно-пространственной среды предлагают свое видение форм различного оборудования, например осветительного. Тогда они взаимодействуют с дизайнерами соответствующих направлений и конструкторами.

### Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к мебели?
2. По каким эксплуатационным признакам подразделяется мебель?

3. По каким функциональным признакам подразделяется мебель?
4. По каким художественно-конструктивным признакам подразделяется мебель?
5. По каким технологическим признакам подразделяется мебель?
6. По каким производственным признакам подразделяется мебель?
7. Как подразделяется мебель на условные классы?
8. Какие материалы используются для изготовления мебели?
9. Какой бывает пластмассовая мебель?
10. Какой бывает металлическая мебель?
11. Из каких элементов состоит мягкая мебель?
12. Какую фурнитуру и метизы используют для изготовления мебели?
13. Каковы основные способы соединения составных частей мебели?
14. В чем заключаются общие принципы конструирования мебели?
15. Что относится к оборудованию интерьеров?



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учеб. для вузов: в 5 т. / под общ. ред. В. М. Предтеченского. – Т. 2: Основы проектирования / Л. Б. Великовский и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.
2. Архитектурная физика: учеб. для вузов: спец. «Архитектура» / В. К. Лицкевич и др.; под ред. Н. В. Оболенского. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.
3. Грачёва А. В. Основы фитодизайна: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ, 2007. – 200 с.
4. Барташевич А. А., Трофимов С. П. Конструирование мебели: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. «Технология и дизайн мебели». – Минск: Современная школа, 2006. – 336 с.
5. Грашин А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. – М.: Архитектура-С, 2004. – 232 с.
6. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии / Х. Фрей и др.; под ред. Х. Нестле. – М.: Техносфера, 2013. – 864 с.
7. Тимошенко С. П., Гере Дж. Механика материалов: учеб. для вузов. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2002. – 672 с.

### Дополнительная

8. Гордон, Дж. Конструкции, или почему не ломаются вещи. – М.: Мир, 1980. – 237 с.
9. Гордон, Дж. Почему мы не проваливаемся сквозь пол / Дж. Гордон. – М.: Мир, 1971. – 272 с.
10. Оксанович, Л. Невидимый конфликт; пер. с болг. А. Н. Еньютиной; под ред. Ю. М. Веллера. – М.: Стройиздат, 1981. – 191 с.

### Интернет-ресурсы

11. Национальный фонд технических нормативных правовых актов [Электронный ресурс]. – URL: <http://tnpa.by/> (дата обращения: 08.01.2022).
12. Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «Стройтехнорм» [Электронный ресурс]. – URL: <https://stn.by/> (дата обращения: 08.01.2022).
13. Google [Electronic resource]. – URL: <https://www.google.com/> (дата обращения: 12.02.2022).
14. ArchDaily, Broadcasting Architecture Worldwide [Electronic resource]. – URL: <https://www.archdaily.com/> (дата обращения: 18.01.2022).
15. Pinterest [Electronic resource]. – URL: <https://www.pinterest.com/> (дата обращения: 15.02.2022).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 3  |
| 1. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ.....   | 5  |
| 1.1. Химия и физика .....  | 5  |
| 1.2. Химические и физические процессы .....  | 5  |
| 1.3. Химия .....   | 6  |
| 1.3.1. Виды материалов .....   | 6  |
| 1.3.2. Важнейшие вещества .....  | 9  |
| 1.4. Физика .....  | 11 |
| 1.4.1. Физические величины .....   | 11 |
| 1.4.2. Объем, масса, плотность, пористость .....                                       | 12 |
| 1.4.3. Когезия, формы состояния, адгезия, поверхностное натяжение, капиллярность ..... | 13 |
| 1.4.4. Механические свойства твердых тел .....   | 13 |
| 1.4.5. Давление в жидкостях и газах .....  | 14 |
| 1.4.6. Тепло .....   | 15 |
| 1.5. Электротехника .....  | 16 |
| 1.5.1. Основные понятия .....  | 16 |
| 1.5.2. Виды электрического тока .....  | 16 |
| 1.5.3. Потребители, работа электрического тока, стоимость электроэнергии .....         | 17 |
| 1.5.4. Распределение электроэнергии .....  | 18 |
| 1.6. Биология .....  | 19 |
| 1.6.1. Вредное биологическое воздействие на материалы и конструкции .....              | 19 |
| 1.6.2. Защита материалов и конструкций от вредного биологического воздействия .....    | 21 |
| 1.6.3. Благоприятное биологическое воздействие .....                                   | 21 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 23 |
| 2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ .....  | 24 |
| 2.1. Исходные дисциплины; прочность, жесткость и устойчивость .....                    | 24 |
| 2.2. Идеализированные модели, силы, нагрузки .....                                     | 25 |
| 2.3. Этапы дизайн-расчета, метод сечений .....   | 27 |
| 2.4. Напряжения и деформации .....   | 29 |
| 2.5. Дизайн-расчеты, условие прочности при растяжении или сжатии .....                 | 30 |
| 2.6. Осевое растяжение .....   | 32 |
| 2.7. Осевое сжатие, внецентренное сжатие, продольный изгиб .....                       | 34 |
| 2.8. Изгиб .....   | 36 |
| 2.9. Сдвиг .....   | 39 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 41 |
| 3. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ .....  | 42 |
| 3.1. Архитектурная климатология и архитектурная климатография .....                    | 42 |
| 3.2. Атмосфера .....   | 42 |
| 3.3. Климат и погода. Климатические масштабы .....                                     | 43 |
| 3.4. Классификация климатов. Комплексная оценка климата. Климатические нормы .....     | 45 |
| 3.5. Солнечная радиация .....  | 46 |
| 3.6. Ветер .....   | 48 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 50 |
| 4. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ .....  | 51 |
| 4.1. Комфорт зданий .....  | 51 |
| 4.2. Геометрические параметры помещений .....  | 52 |
| 4.3. Открытые помещения .....  | 53 |
| 4.4. Тепловая среда помещений .....  | 54 |
| 4.5. Воздушная среда помещений .....   | 55 |
| 4.6. Световая среда помещений .....  | 57 |
| 4.7. Шум и вибрация. Электромагнитное поле .....                                       | 58 |
| 4.8. Экологическая чистота материалов и изделий .....                                  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| 4.9. Видеоэкология .....  | 61 |
| Вопросы для самопроверки .....  | 62 |
| 5. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ .....                        | 63 |
| 5.1. Проектирование и конструирование .....                                   | 63 |
| 5.2. Изделия. Требования к изделиям .....                                     | 64 |
| 5.3. Стандартизация и унификация .....  | 65 |
| 5.4. Единая система конструкторской документации .....                        | 65 |
| 5.5. Стадии разработки, виды и комплектность конструкторских документов ..... | 66 |
| 5.6. Система проектной документации для строительства .....                   | 68 |
| 5.7. Нормативно-техническая база Беларуси .....                               | 69 |
| Вопросы для самопроверки .....  | 71 |
| 6. ИНТЕРЬЕРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСНОВЫ.....                                      | 72 |
| 6.1. Важнейшие термины и определения, основные требования к мебели .....      | 72 |
| 6.2. Виды мебели .....  | 73 |
| 6.3. Условные классы мебели .....   | 79 |
| 6.4. Основные конструктивные элементы и решения .....                         | 79 |
| 6.4.1. Виды материалов и учет свойств древесины .....                         | 79 |
| 6.4.2. Некоторые основные материалы и изделия для изготовления мебели .....   | 81 |
| 6.4.3. Соединение составных частей мебели .....                               | 83 |
| 6.5. Общие принципы конструирования мебели .....                              | 86 |
| 6.6. Оборудование интерьеров .....  | 87 |
| Вопросы для самопроверки .....  | 87 |
| ЛИТЕРАТУРА .....  | 89 |

*Учебное издание*

ЖУКОВ Дмитрий Дорианович

## **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования  
по специальности «Дизайн (по направлениям)»*

Редактор *С. Е. Рясова*

Дизайн обложки: отдел по связям с общественностью

---

Подписано в печать 12.12.2022. Формат 60×841/8. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 10,69. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 30 экз. Заказ 728.

---

Издатель и полиграфическое исполнение –  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014, перерегистрация от 24.08.2022.

ЛП № 02330/278 от 27.05.2004.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.