

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емец Валерий Сергеевич  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 19.10.2023 15:39:27  
Уникальный программный ключ:  
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Информатика и информационные технологии»

Е.В. Воробьева

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Учебно-методическое пособие

Рязань  
2022

**УДК 628.543**

**ББК 38.761**

**В 75**

**Воробьева, Е.В.**

**В 75** Экологическая безопасность строительства: учебно-методическое пособие / Е.В. Воробьева. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 44 с.

В учебном пособии излагается теоретический материал по дисциплине «Экологическая безопасность строительства», раскрываются основные понятия и научные положения курса. Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

**УДК 628.543**

**ББК 38.761**

© Воробьева Е.В., 2022

© Рязанский институт (филиал)

Московского политехнического  
университета, 2022

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1 Экологическая безопасность жилых зданий .....  | 5  |
| 1.1 Планировочные решения в осуществлении экологической<br>безопасности жилых и общественных зданий .....        | 5  |
| 1.2 Микроклимат жилых и общественных зданий .....  | 5  |
| 1.3 Светоинсоляционный режим .....   | 6  |
| 1.4 Химическое загрязнение воздуха и меры по его снижению.....   | 7  |
| 1.5 Физическое воздействие на жилую среду и меры по его снижению.....  | 9  |
| 1.6 Биологическое загрязнение жилой среды и меры по его<br>предотвращению.....                                   | 11 |
| 1.7 Вопросы для самоконтроля.....  | 12 |
| 2 Экологическая безопасность строительных материалов и изделий .....   | 13 |
| 2.1 Токсичность строительных материалов .....  | 13 |
| 2.2 Радиоактивность строительных материалов .....  | 16 |
| 2.3 Биоповреждения строительных материалов .....   | 17 |
| 2.4 Вопросы для самоконтроля.....  | 18 |
| 3 Воздействие строительства на окружающую среду .....  | 18 |
| 3.1 Негативные воздействия строительства на атмосферу и мероприятия<br>по их снижению.....                       | 18 |
| 3.2 Негативные воздействия строительства на гидросферу и<br>мероприятия по их снижению .....                     | 20 |
| 3.3 Негативные воздействия строительства на литосферу и мероприятия<br>по их снижению .....                      | 22 |
| 3.4 Воздействие строительства на биосферу за счет загрязнения<br>среды отходами строительного производства ..... | 24 |
| 3.5 Воздействие строительства на акустическую среду.....   | 26 |
| 3.6 Вопросы для самоконтроля.....  | 27 |
| 4 Энерго- и ресурсосбережение в строительстве .....  | 27 |
| 4.1 Энергосбережение в строительстве.....  | 27 |
| 4.2 Ресурсосбережение в строительстве.....   | 29 |
| 4.3 Вопросы для самоконтроля .....   | 31 |
| 5 Методические указания для самостоятельной работы.....  | 31 |
| 5.1 Вопросы для подготовки к коллоквиуму.....  | 31 |
| 5.2 Реферативная итоговая работа.....  | 32 |
| 5.3 Тестовые задания.....  | 34 |
| Библиографический список.....  | 43 |

## **Введение**

Под экологической безопасностью в строительстве понимается совокупность природных, социальных, технических, инженерных и других условий, обеспечивающих экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного влияния неблагоприятных факторов, которые вызваны антропогенным воздействием – строительством.

Значимость экологической безопасности постоянно растёт. Это связано с увеличением населения городов, ростом масштабов коммерческой и производственной деятельности. На территории городов концентрируется потребление энергии и ресурсов, образуется громадное количество отходов, искусственные и естественные системы оказываются перегруженными, а управление этими системами и регулирование их функций становится все более затруднительным. Общая неблагоприятная ситуация усугубляется новым строительством, быстрым ростом численности городского населения. В результате ущерб, причиняемый окружающей среде, и затраты на ее охрану становятся настолько крупными, что это создает угрозу для здоровья людей и ухудшает условия их жизни. Города стали основными «горячими» экологическими точками. Они срочно нуждаются в том, чтобы их состоянию уделялось особое внимание при оценке качества среды на уровне генплана, экологической оценке застройки и конкретных проектов, а также при планировании охраны и рационального использования окружающей среды в масштабе территории города с пригородами.

Экологическая безопасность имеет важное значение в период строительства, эксплуатации и ликвидации строительных объектов. Инженерно-экологические изыскания при строительстве предназначены для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки. Они проводятся с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения.

Ввиду чего дисциплина «Экологическая безопасность строительства» изучается в рамках направления подготовки 08.03.01 Строительство.

# **1 Экологическая безопасность жилых зданий**

Экологическая безопасность жилых и общественных зданий определяется их способностью обеспечивать комфортность проживания человека, сохранение его здоровья, поддержание устойчивого равновесия экологических систем. Она достигается за счет соблюдения экологической целесообразности при разработке объемно-планировочных и конструктивных решений, создания оптимальных параметров микроклимата и инсоляции, предотвращения или ограничения рамками экологических нормативов химических, физических, биологических факторов.

## **1.1 Планировочные решения в осуществлении экологической безопасности жилых и общественных зданий**

Объемно-планировочные решения в процессе архитектурно-строительного проектирования должны предусматривать:

- сокращение затрат природных ресурсов при строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий;
- обеспечение благоприятных условий проживания человека;
- предупреждение неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

К основным мерам, направленным на экологизацию проекта строительства жилых и общественных зданий за счет объемно-планировочных и конструктивных решений, относятся:

- оптимизация размеров площади, объема и ориентации помещений здания;
- максимальное использование подземного пространства;
- выбор оптимальной формы здания и ориентации по направлению ветра;
- проектирование экологически безопасных инженерных сетей (вентиляционных, отопительных, канализационных, мусороудаляющих и др.);
- озеленение всех поверхностей здания и благоустройство прилегающей территории.

## **1.2 Микроклимат жилых и общественных зданий**

Под *микроклиматом* понимают климатические условия, формирующиеся на участках застройки, включая внутреннюю среду жилых зданий и помещений.

При эколого-гигиенической оценке внутренней среды помещений учитываются следующие параметры микроклимата:

- температура воздуха;
- градиенты (перепады) температуры (по горизонтали, вертикали, между температурой воздуха и ограждений);
- интенсивность инфракрасной радиации;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата жилых помещений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные параметры микроклимата жилых помещений

| Параметры микроклимата   | Оптимальные значения параметров микроклимата (теплый период года) | Оптимальные значения параметров микроклимата (холодный период года) |
|--|---|---|
| Температура воздуха, °С  | 20-25   | 20-22   |
| Относительная влажность, %   | 30-60   | 30-45   |
| Скорость движения воздуха, м/с   | ≤ 0,25  | 0,1-0,15  |
| Средняя температура внутренней поверхности и ограждающих конструкций, °С | 26-30   | 17-21   |

Наряду с обеспечением оптимального микроклимата внутренней среды помещений необходимо поддерживать оптимальный микроклиматический режим и в пределах жилой застройки. Например, при застройке жилого микрорайона осуществляются мероприятия по регулированию ветрового режима, направленные на поддержание скорости движения воздуха на уровне 1-4 м/с, т.к. территория со скоростью ветра менее 1 м/с считается непроветриваемой, а при скорости ветра более 4 м/с – относится к зонам слишком активного продувания.

### 1.3 Светоинсоляционный режим

*Светоинсоляционный режим* – один из важнейших экологических факторов, существенно влияющий на человека и биоту в целом, на защитные и адаптационные процессы и явления в организмах.

Для человека особое значение имеет полноценный естественный свет как в виде прямых солнечных лучей, так и в рассеянном виде. Естественный свет наряду с видимым излучением несет в жилище ультрафиолетовое и тепловое инфракрасное излучения, которые регулируют обмен веществ в организме, повышают его устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов, улучшают психоэмоциональное состояние.

К дефициту естественного света и ультрафиолетовой радиации приводят остекление светопроемов (задержка света в среднем на 45%), загрязнение стекол (задержка света от 50 до 70 %), противостоящие здания, ориентация окон на север.

Естественное освещение в жилых зданиях регламентируется с помощью коэффициента естественной освещенности (КЕО), который представляет собой

отношение освещенности в помещении к освещенности на открытом воздухе. В жилых зданиях комнаты, освещаемые боковым светом, должны иметь КЕО  $\geq 0,5$  %.

Особое внимание при проектировании жилых зданий уделяют инсоляции помещений, т.е. облучению поверхностей прямыми солнечными лучами.

Для жилых помещений установлен санитарно-гигиенический критерий инсоляции, согласно которому с 22 марта по 22 сентября продолжительность непрерывной инсоляции должна быть не менее 2 ч для южной зоны (южнее  $48^\circ$  с. ш.), 2,5 ч – для умеренной ( $48-58^\circ$  с. ш.) и 3 ч для северной (севернее  $58^\circ$  с. ш.)

#### **1.4 Химическое загрязнение воздуха и меры по его снижению**

Проблема химического загрязнения воздуха в помещениях содержит три экологических аспекта.

Во-первых, все большее число видов материалов и оборудования, используемых дома или в офисах, выделяют потенциально опасные химические вещества.

Во-вторых, помещения становятся все более герметичными, что способствует накоплению поступающих туда веществ до опасных уровней.

В-третьих, воздействие загрязнений воздуха помещений на организм представляет большую опасность по сравнению с воздействием атмосферных загрязнений в связи с более длительным пребыванием человека в помещении.

Загрязнение воздушной среды жилых помещений химическими веществами имеет несколько причин.

Одна из причин загрязнения внутренней среды помещений химическими веществами – это фильтрация токсичных газов и пыли атмосферного воздуха. По данным литературы, примерно 30 % взвешенных веществ и газообразных химических соединений проникает из наружного воздуха в помещение. Как правило, из наружного атмосферного воздуха в воздушную среду помещений привносятся оксиды углерода, диоксид серы, некоторые тяжелые металлы, например, свинец.

Второй и наиболее значимой причиной химического загрязнения внутренней среды помещений является выделение токсичных веществ из строительных и отделочных материалов. При этом особую опасность представляют полимерные материалы, особенно при нарушении технологии их изготовления. Так, по данным литературы, при анализе химического состава воздуха квартир, собранных из панелей Пермского домостроительного комбината, было выявлено превышение ПДК фенола в 40 раз, аммиака – в 60 раз, формальдегида – в 400 раз. Причиной такого явления послужила замена минеральной ваты, применяемой в качестве утеплителя, на более дешевый, но и значительно более токсичный пенопласт.

К внутренним источникам загрязнения атмосферы жилища относятся также нагревательные приборы: газовые плиты, керосинки, печи, камины. При неполном сгорании в них топлива во внутреннюю среду жилища выделяются такие опасные вещества, как оксиды углерода, серы, азота, углеводороды. Даже полное сгорание топлива далеко небезопасно для человека, животных и растений, так как в процессе сжигания любого вида топлива содержание кислорода в помещении значительно снижается.

Определенную роль в загрязнении воздуха жилых помещений играют предметы бытовой химии: освежители воздуха, дезинфицирующие средства, аэрозоли всех видов, клеи, содержащие фенолы, хлористый винил, толуол (типа «Феникс», «Момент»).

Курение имеет существенное значение в качестве причины загрязнения воздуха помещений целым рядом токсичных веществ, в том числе таких опасных соединений, как 3,4-бензпирен, нитрозамины. Имеются сведения о том, что табачный дым способствует повышенной миграции в воздушную среду помещений компонентов полимерных материалов, особенно формальдегида и стирола.

К источникам поступления токсичных химических веществ в воздушную среду помещений относится и сам человек, который выделяет в окружающую среду продукты своей жизнедеятельности: углекислый газ, аммиак, ацетон, оксид углерода, жирные кислоты.

Поддержание оптимального химического состава воздушной среды помещений представляет достаточно сложную эколого-гигиеническую проблему.

Снижению химического загрязнения воздуха способствуют такие моменты, как поддержание исправности газовых плит, избегание приготовления пищи при максимальных расходах газа; недопущение курения; применение синтетических моющих средств, преимущественно в жидком или пастообразном виде; систематическая мокрая уборка и уборка с использованием пылесоса; содержание комнатных растений.

Ведущим направлением обеспечения экологической чистоты помещений является организация оптимального воздухообмена с наружной средой. Гигиеническая норма такого воздухообмена установлена на уровне 60 м<sup>3</sup>/ч на человека. Соблюдение данного норматива достигается рациональной системой вентиляции. Понятно, что вентиляция является эффективным средством поддержания оптимального химического состава воздуха помещений лишь в том случае, если наружный воздух не содержит загрязнителей. В условиях современного города воздух помещений может быть достаточно чист только при условии кондиционирования. При этом необходимо иметь в виду, что при кондиционировании из воздуха удаляются отрицательные легкие ионы, что отражается на психоэмоциональном состоянии человека и животных.



## 1.5 Физическое воздействие на жилую среду и меры по его снижению

Физическое воздействие на жилую среду может включать в себя шум, вибрацию, различные виды излучений, изменений аэроионного состава воздуха.

Одним из обязательных условий, определяющих комфортность проживания в жилых помещениях, является благоприятный шумовой режим. Общий уровень шума в жилых помещениях не должен превышать 55 дБА днем и 45 дБА ночью. Более высокий уровень шума неблагоприятно влияет на нервно-эмоциональную сферу человека.

Источниками *звукового загрязнения* в помещениях (внутренних шумов) являются санитарно-технические, подъемно-транспортные и другие технические устройства, аудио- и видеоаппаратура, электробытовые приборы.

Источниками *внешнего шума* в помещениях могут быть строительные работы вблизи жилых зданий и транспортные потоки (автомобильный, железнодорожный, воздушный), а также промышленные предприятия.

Мероприятия по снижению уровня шума в жилой среде включают три основных направления:

- снижение шума в самих жилых зданиях;
- уменьшение уровня шума на пути его движения к зданиям;
- создание специальных шумозащитных и шумоизоляционных зданий.

Для снижения шума в жилых домах шахты лифтовых установок выносят за пределы наружных стен, ограждающих здание. Лифтовые и вентиляционные шахты устраивают в виде самонесущих конструкций, опирающихся на самостоятельный фундамент.

В лифтах применяют раздвижные двери с амортизирующими прокладками. Чтобы снизить шум в домах от работы системы водоснабжения, применяют ограничители давления воды. Сами водопроводные трубы крепят к капитальным стенам с помощью хомутов с резиновыми прокладками. Во избежание дополнительных шумовых воздействий в жилых зданиях запрещается размещать АТС, трансформаторные подстанции, столовые и кафе более чем на 50 мест.

Снижение уровня шума на пути его распространения осуществляют в основном за счет градостроительных мер:

- вынос источников шума (промышленных предприятий, транспортных магистралей, аэродромов и т.д.) за пределы жилой застройки;
- устройство специальных звукоизолирующих экранов (стенок, насыпей).

*Шумозащитные здания* – экраны – это специальный тип жилого дома, имеющий значительную длину (более 100 м) и, как правило, П-образную конфигурацию в плане. Они располагаются на красных отметках застройки и предохраняют от воздействия транспортного шума здания, находящиеся в глубине жилого массива. Такие здания одновременно являются и шумозащищенными. В них увеличена звукоизолирующая способность ограждающих конструкций, применяются шумозащитные экраны балконов, лоджий; предусмотрены специальные планировочные решения (в сторону

шумной магистрали обращены лестничные клетки и подсобные помещения; основная часть жилых помещений находится с противоположной стороны).

*Вибрация* в жилых зданиях возникает от работы виброуплотнителей, виброкатков, сваебойных агрегатов в непосредственной близости от жилых зданий. В зданиях, подверженных повышенной вибрации, развиваются «микродефекты», приводящие впоследствии к потере прочности конструкций. У людей, проживающих в таких зданиях, развиваются симптомы вибрационной болезни.

Борьбу с вибрацией начинают в источнике ее возникновения путем максимально возможного снижения динамических процессов, вызываемых ударными нагрузками. В тех случаях, когда не удастся снизить вибрацию в источнике возникновения, применяют виброгашение и виброизоляция. Например, чтобы не допустить передачу вибрации в ближайших жилых домах по периметру фундаментов вибрирующих агрегатов устраивают акустические швы с засыпкой их рыхлым материалом.

*Электромагнитное загрязнение* обусловлено созданием искусственных электромагнитных полей. Источниками искусственных электромагнитных полей служат высоковольтные линии электропередач (ЛЭП), радио- и телевизионные комплексы, транспорт на электроприводе, электрические и электронные приборы, компьютерная техника, мобильная связь. Внутри жилых помещений электромагнитные излучения фиксируются от бытового оборудования, работающего на промышленной частоте (холодильники, дрели, пылесосы и т.д.), электрических сетей, систем радиосвязи (сотовые телефоны), мониторов ЭВМ и т.д.

В соответствии с требованиями СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электрического поля (Е) внутри жилых зданий составляет 0,5 кВ/м, на территории жилой застройки – 1,0 кВ/м.

Для того, чтобы напряженность ЭМП в зоне влияния их источников не превышала ПДУ, осуществляются определенные защитные мероприятия. Вдоль высоковольтных ЛЭП создают санитарно-защитные зоны (СЗЗ) шириной 30 м для линий напряжением 330 и 500 кВ, 40 м – для 750 кВ, 55 м – для 1150 кВ. На территории СЗЗ запрещается строительство жилых и общественных зданий. Кроме того, защита от влияния ЭМП осуществляется путем устройства экранов, в т.ч. из зеленых насаждений, заземлением тросов. Разрабатываются проекты строительства кабельных и воздушно-кабельных ЛЭП, а также подземной прокладки высоковольтных линий.

При использовании персональных ЭВМ в соответствии с (СанПиН 2.2.2.542-96) уровень напряженности электрического и магнитного полей на расстоянии 50 см от монитора не должна превышать 2,5 В/м и 0,02 А/м соответственно.

*Аэроионный состав* воздуха жилых и общественных помещений представлен положительными и отрицательными ионами. Избыток положительных ионов и недостаток легких отрицательных ионов, обычно

наблюдающиеся в помещениях, отделанных пластиком и композиционными материалами с избытком электронной и оргтехники, отрицательно сказываются на самочувствии человека.

СанПиН 2.2.2.542-96 допускает содержание положительных ионов до 3000 в/см<sup>3</sup> лишь при количестве отрицательных ионов не менее 3000 в/см<sup>3</sup>. Оптимизировать соотношение положительных и отрицательных ионов можно за счет аэроионизации. Вместе с тем с помощью аэроионизации нельзя улучшить ионный состав воздуха, если воздушная среда помещения сильно загрязнена. В таких случаях важнейшим фактором очистки воздуха является вентиляция; аэроионизация не подменяет ее, а лишь дополняет.

*Радиационное воздействие* на жилую среду от природных источников излучений может исходить за счет космического гамма-излучения и выделения газа радона из природного урана, содержащегося в горных породах. Существуют и техногенные источники излучений, воздействующие на воздушную среду помещений.

Основной объем излучений приходится на внутренние природные источники и, в первую очередь, на радон, доля которого в общей радиационной обстановке превышает 40 %. Допустимая активность радона составляет 100 Бк/м<sup>3</sup>. При постоянном вдыхании повышенных концентраций радона возрастает вероятность возникновения рака легких.

Радон проникает внутрь помещений различными путями. Основная часть радона поступает в помещения из залегающих под зданием горных пород. Вторым источником радона являются строительные материалы и конструкции. Третье место как источник радона занимает вода из коммунального водопровода.

Учитывая основное значение горных пород в качестве источника радона в помещениях, при выборе места под строительство зданий отдают предпочтение участкам с низким выделением радона из горных пород либо проектируют здания, в которых первый этаж поднят над землей, или предусматривают цокольный технический этаж. В случае превышения допустимой активности радона герметизируют пол, заделывают щели в фундаменте здания, а также швы, стыки и трещины в подвальных стенах и перекрытиях, увеличивают скорость воздухообмена. Этими мерами удается снизить объемную активность радона в помещениях в несколько раз.

В эксплуатируемых жилых зданиях при необходимости используют инженерные методы защиты: откачку радона из-под здания, круглосуточную вентиляцию подвальных помещений, улавливание дочерних продуктов распада радона.

## **1.6 Биологическое загрязнение жилой среды и меры по его предотвращению**

Под биологическим загрязнением внутренней среды жилища понимают привнесение в нее микроорганизмов, негативно влияющих на здоровье человека,

а также загрязненность среды обитания бытовыми насекомыми, грызунами и продуктами их жизнедеятельности.

Из числа микроорганизмов наибольшее значение в биологическом загрязнении помещений имеют плесневые грибы типа пенициллиуса и аспергилуса, способные вызвать сенсibilизацию организма. Бактерии и вирусы являются возбудителями многих инфекционных заболеваний.

Многие виды насекомых и грызунов представляют опасность как источники или переносчики возбудителей инфекционных болезней. Кроме того, они портят продукты, вещи, негативно влияют на эстетическое восприятие окружающей обстановки.

Очагами размножения насекомых и грызунов в домах могут быть мусороприемники на лестничных клетках и в квартирах, например, ведра без крышек. Способствуют их размножению также плохое содержание мусоропроводов, отсутствие дезинфекционной обработки стояков, выброс отходов без специальной тары.

Преградой для мух и комаров являются сетки, установку которых следует заблаговременно предусматривать в конструкциях блоков окон и балконных дверей. Для предотвращения проникновения в жилые помещения грызунов двери в подвальных помещениях необходимо хорошо пригонять и плотно закрывать, окна застеклять, вентиляционные отверстия закрывать металлической сеткой, все вводные отверстия для труб заделывать цементом.

## **1.7 Вопросы для самоконтроля**

1. Что понимают под экологической безопасностью жилых и общественных зданий?

2. Перечислите элементы обеспечения экологической безопасности жилых и общественных зданий.

3. Перечислите задачи, решаемые объемно-планировочными мероприятиями при осуществлении экологической безопасности жилых и общественных зданий.

4. Перечислите основные меры, направленные на экологизацию проекта строительства жилых и общественных зданий за счет объемно-планировочных и конструктивных решений.

5. Что понимают под микроклиматом жилых и общественных зданий?

6. Перечислите параметры микроклимата, учитывающиеся при эколого-гигиенической оценке внутренней среды помещений.

7. Укажите показатель, по которому регламентируется естественное освещение жилых и общественных зданий, и его нормативное значение.

8. Перечислите причины загрязнения внутренней среды помещений химическими веществами.

9. Перечислите мероприятия, направленные на обеспечение экологической чистоты воздушной среды помещений.

10. Укажите требования к уровню шума в жилых помещениях.

11. Перечислите возможные источники шума в жилых помещениях.
12. Перечислите основные мероприятия по снижению уровня шума в жилых помещениях.
13. Перечислите меры по снижению уровня шума в жилых помещениях, возникающего в самих жилых зданиях.
14. Перечислите меры по снижению уровня шума в жилых помещениях на пути его распространения от внешних источников.
15. Что представляют собой шумозащитные и шумозащищенные здания и в чем состоит их назначение?
16. Укажите причины вибрации в жилых и общественных зданиях и меры по ее снижению.
17. Перечислите источники электромагнитного загрязнения среды жилых и общественных зданий.
18. Перечислите меры по снижению электромагнитного загрязнения среды жилых и общественных зданий.
19. Укажите основные источники поступления радона в жилые помещения и меры по снижению его концентрации.

## **2 Экологическая безопасность строительных материалов и изделий**

Под экологической безопасностью строительных материалов, изделий и конструкций понимают их способность обеспечивать при нормируемых условиях эксплуатации комфортность проживания человека и не оказывать на его здоровье и состояние экосистем негативного воздействия.

При оценке экологической безопасности строительных материалов учитывается их токсичность, радиоактивность, способность противостоять биологическим повреждениям.

### **2.1 Токсичность строительных материалов**

*Токсичность* – ядовитость (от греч. *toxicon* – яд), т.е. способность оказывать вредное воздействие на живой организм. Присутствие токсикантов, т.е. химических веществ, обладающих свойствами токсичности, приводит к дестабилизации экосистем и к возможной гибели всего живого. Из числа строительных материалов к основным источникам поступления токсических веществ в жилые помещения относятся полимерные материалы.

*Полимеры* – высокомолекулярные соединения, которые состоят в основном из трех групп химических соединений: основного (или связующего) (различные смолы, полистирол, фенолформальдегидные соединения и др.); пластификатора; наполнителя. В качестве вспомогательных веществ в их состав входят также пигменты (красители), стабилизаторы и др.

Впервые промышленное производство полимеров началось в 20-30-е гг. XX в., когда в массовом порядке стали производить мочевиноформальдегидные и некоторые другие виды полимеров. Развитие в 30-е годы методов полимеризации позволило получить поливинилхлорид, полистирол, поливинилацетат. Несколько позднее появились поликонденсационные пластики, например, полиуретановые, полиамидные. К 60-м гг. полимерные материалы стали широко использоваться в промышленности. При этом постоянно совершенствовались свойства и расширялся их спектр. В последнее 10-12 лет резко возрос выпуск таких полимеров, как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол. Полимеры все чаще используются как составная часть композиционных материалов, например, полимербетонов, полимерцементных бетонов.

В строительстве полимеры используются для покрытия полов (линолеум, релин, поливинилхлоридные и плитки), внутренней отделки стен и потолков, гидроизоляции и герметизации зданий, изготовления тепло- и звукоизоляционных материалов (поропласты, пенопласты, сотопласты), кровельных и антикор-розионных материалов и покрытий, оконных блоков и дверей, конструктивно-отделочных и ограждающих элементов зданий, лаков, красок, эмалей, клеев, мастик (на полимерном связующем) и для других целей. Широкое применение полимеров в строительстве обусловлено такими их свойствами, как антикоррозийность, эластичность, гибкость, возможность создавать на их основе материалы с заданными разработчиком свойствами.

При экологической оценке полимерных материалов учитываются следующие предъявляемые к ним требования:

- полимерные материалы не должны создавать в помещении стойкого специфического запаха;
- выделять в воздух токсичные вещества в опасных концентрациях;
- стимулировать развитие патогенной микрофлоры на своей поверхности;
- ухудшать микроклимат помещений;
- должны быть доступными влажной дезинфекции;
- напряженность поля статического электричества на поверхности полимерных материалов не должна быть более 150 В/см (при относительной влажности воздуха в помещении от 60 до 70 %).

Практически все полимерные строительные материалы в процессе использования могут выделять в воздух помещений токсичные компоненты, которые при длительном воздействии могут неблагоприятно влиять на живые организмы, в том числе и на человека.

Ниже приводится краткая характеристика некоторых полимерных и строительных материалов, способных выделять токсичные соединения.

*Материалы на основе карбамидных смол* – древесностружечные плиты (ДСП) выделяют формальдегид, концентрации которого в помещениях могут превышать ПДК в 2,5-3 раза.

*Материалы на основе фенолформальдегидных смол (ФФС)* – древесноволокнистые (ДВП), древесностружечные (ДСП), древеснослоистые

(ДСП), выделяют в воздушную среду помещений фенол и формальдегид. Концентрации формальдегида в помещениях, оборудованных мебелью и строительными конструкциями, изготовленными из материалов на основе ФФС, могут превышать ПДК в 5-10 раз.

*Материалы на основе эпоксидных смол* содержат в своем составе такие летучие токсичные вещества, как формальдегид, дибутилфталат, эпихлоргидрин. Введение в полимерные композиции пластификаторов снижает выделение этих веществ в воздух, тем не менее, материалы на основе эпоксидных смол рекомендуются к использованию только в промышленных и общественных зданиях.

*Поливинилхлоридные материалы (ПВХ)* способны выделять поливинилхлорид, обладающий токсическими свойствами и являющийся предшественником диоксинов. Кроме поливинилхлорида, в воздух могут поступать фталаты.

*Линолеум на основе ПВХ* и поливинилхлоридные плитки в процессе эксплуатации могут создавать на своей поверхности статическое электрическое поле напряженностью до 2000-3000 В/см.

*Резиновый линолеум (релин)* служит источником стойкого неприятного специфического запаха. Стиролсодержащие резиновые линолеумы выделяют стирол. На своей поверхности релин накапливает значительные заряды статического электричества. С учетом перечисленных неблагоприятных свойств использование релина в жилых помещениях не рекомендуется.

*Нитролинолеум* выделяет дибутилфталат и фенол, концентрации которых в помещении могут превышать ПДК.

*Поливинилацетатные покрытия (ПВА)* выделяют в воздушную среду формальдегид и метанол. При недостаточном проветривании концентрации их в помещении могут превышать ПДК в 2 раза.

*Лакокрасочные материалы* могут служить источником поступления в воздушную среду помещения толуола, ксилола, метилметакрилата, свинца, меди.

*Полиуретановые материалы*, в частности, полиуретановая пена служат источником изоцианатов, обладающих аллергенным действием.

Интенсивность миграции токсичных компонентов полимеров в воздушную среду помещений возрастает в процессе старения полимерных материалов, сопровождающемся их деструкцией. Процессу старения полимерных материалов, следовательно, и увеличению концентрации их компонентов в воздушной среде помещений способствуют такие факторы, как повышенная температура воздуха и поверхности полимерных материалов, перепады температуры, воздействие солнечных лучей, высокая влажность воздуха, наличие в воздухе окисляющих агентов, поражение микроорганизмами (бактериями, микроскопическими грибами).

## 2.2 Радиоактивность строительных материалов

Радиоактивность строительных материалов может быть обусловлена присутствием в них таких радионуклидов, как U (уран-238), Th (торий-232) и K (калий-40). Уран-238 по геохимическим свойствам и периоду полураспада подразделяется на две группы: урановую и радиевую (от радия-226 до свинца-206). В свою очередь продуктом распада радия-226 является уже упоминавшийся радон-222.

О степени опасности отдельных строительных материалов по радиоактивности в сравнительном плане можно судить по приведенным в табл. 2 значениям удельной эффективной активности содержащегося в них радия-226.

Как видно из таблицы 2, наибольшую опасность, как источники радиоактивного излучения представляют глина, цемент, гранитный щебень, керамзитовый гравий.

Таблица 2 – Удельная эффективная активность радия-226 в строительных материалах

| Строительный материал | Ака, Бк/кг |
|-----------------------|------------|
| Глина                 | 48         |
| Песок                 | 10         |
| Гравий                | 16         |
| Щебень гранитный      | 35         |
| Гравий керамзитовый   | 28         |
| Цемент                | 41         |
| Кирпич силикатный     | 14         |
| Гипс строительный     | 9          |
| Раствор строительный  | 15         |
| Известь               | 26         |

Суммарная удельная эффективная активность строительных материалов, обусловленная радиоактивностью радия-226, тория-232 и калия-40, не должна превышать 370 Бк/кг. Контроль за соблюдением данного норматива для строительных материалов, используемых в жилых и общественных зданиях, осуществляется Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

При приемке жилых и общественных зданий в эксплуатацию учитывается мощность эквивалентной дозы внешнего облучения, создаваемого главным образом за счет радионуклидов строительных материалов и залегающих под зданием горных пород. В случае превышения мощности эквивалентной дозы внешнего облучения (за счет гамма-излучения) над гамма-фоном открытой местности на 0,6 мкР в/ч жилые здания необходимо перепрофилировать.



## 2.3 Биоповреждения строительных материалов

*Биоповреждения строительных материалов* – это повреждения, вызываемые живыми организмами: бактериями, микроскопическими грибами, водорослями, насекомыми, грызунами. Например, активно разрушают древесину, некоторые полимерные и другие материалы термиты. Коррозию строительных материалов могут вызывать микроскопические водоросли, лишайники. Однако наибольший объем биоповреждений строительных материалов связан с деятельностью микроорганизмов (бактерий и микроскопических грибов).

Как правило, первоначально поверхность строительного материала заселяют микроскопические плесневые грибы, постепенно в процессе жизнедеятельности нарушающие их структуру с поверхности. На разрушенной плесневыми грибами поверхности строительных материалов поселяются бактерии, ускоряющие и углубляющие процесс разрушения силикатных минералов, входящих в состав бетона, цементного камня и других материалов. Органические вещества, образующиеся при этом, становятся пищей для других бактерий, число которых резко увеличивается.

Микрофлора расселяется практически на всех строительных материалах за исключением свежего цементного камня, который обладает бактерицидной активностью благодаря щелочной реакции поровой жидкости. Кислотные загрязнения, находящиеся в экологически загрязненной внутренней среде жилища, могут постепенно нейтрализовать щелочность камня, и тогда на его поверхности через несколько лет разрастаются колонии микроорганизмов.

Биоповреждения строительных материалов, вызываемые микроорганизмами, ухудшают не только товарный вид, но и физико-механические свойства материалов, а также негативно влияют на химический состав воздуха помещений за счет миграции в него компонентов разрушающихся материалов и продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Повышение сопротивляемости строительных материалов биологическим воздействиям в настоящее время достигается главным образом за счет использования химических средств защиты, которые называют биоцидами. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов могут применяться:

- фунгициды – для защиты от микроскопических грибов;
- бактерициды – для защиты от бактерий;
- альгициды и моллюскоциды – для защиты от обрастания в водной среде водорослями и моллюсками трубопроводов, гидротехнических сооружений, систем водоснабжения и т.д.;
- инсектициды – для защиты древесины, полимерных и других материалов от древоточцев, термитов и других насекомых.

## 2.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите экологические требования, предъявляемые к полимерным материалам.
2. Какие токсичные соединения могут выделяться в воздушную среду помещений из полимерных и строительных материалов?
3. Перечислите условия, способствующие миграции компонентов полимерных материалов в воздушную среду помещений.
4. Какие строительные материалы могут представлять опасность как источники радиоактивного излучения?
5. Что понимают под биоповреждением строительных материалов?
6. Каким образом осуществляется повышение сопротивляемости строительных материалов биологическим воздействиям?

## 3 Воздействие строительства на окружающую среду

### 3.1 Негативные воздействия строительства на атмосферу и мероприятия по их снижению

Негативное воздействие строительства на атмосферу проявляется главным образом в виде загрязнения ее вредными газопылевыми выбросами, а также в виде различных аэродинамических нарушений.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

- производство стройматериалов и конструкций;
- строительные-монтажные работы;
- разработка месторождений нерудных строительных материалов.

*Производство стройматериалов и конструкций* вносит наиболее существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Значительное выделение пыли в воздух рабочей зоны и в атмосферу наблюдается при изготовлении таких строительных материалов, как цемент, бетон, силикатный и глиняный кирпич, древесноволокнистые плиты, а также при производстве железобетонных, деревянных и металлических строительных конструкций. При этом пыль поступает в атмосферу не только в процессе производства данных видов строительных материалов, но и в ходе их погрузки, выгрузки, транспортировки.

Серьезным источником загрязнения атмосферного воздуха является процесс приготовления асфальтобетона, который широко используется в дорожном строительстве. При этом воздух загрязняется не только пылью, но и сажей, смолистыми веществами, оксидами углерода и серы, радионуклидами, тяжелыми металлами.

*Производство полимерных материалов* сопровождается поступлением в атмосферу оксида углерода, аммиака, а также целого ряда органических веществ, обладающих выраженными токсическими свойствами, таких как фенол,

формальдегид, стирол, акролеин, толуол, изопропилбензол, фталевый ангидрид и др.

*Строительно-монтажные работы* также представляют значительный источник загрязнения атмосферного воздуха. Состояние воздушного бассейна ухудшается в процессе:

- выброса выхлопных газов машинами, механизмами и другой строительной техникой;
- распыления цемента, извести и других сыпучих материалов;
- сжигания отходов и остатков строительных материалов;
- сброса с этажей отходов и мусора без применения закрытых лотков и бункеров-накопителей.

*Разработка месторождений нерудных строительных материалов* сопровождается загрязнением атмосферного воздуха газопылевыми выбросами от работы карьерного оборудования и машин. Значительные выбросы органической и неорганической пыли происходят при проведении открытых горных работ и добыче минерального сырья взрывным способом. Существенное загрязнение атмосферы создается при транспортировке добытого сыпучего минерального сырья в открытых вагонах и автомашинах.

Загрязнение атмосферного воздуха при проведении строительных работ и особенно предприятиями стройиндустрии приводит к ухудшению состояния природных экосистем и к различным заболеваниям человека. Во многих случаях, например, в зоне действия цементных и асфальтобетонных заводов, загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистем до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние.

Наиболее радикальной мерой охраны атмосферного воздуха от загрязнения является экологизация технологических процессов, в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, малоотходных и безотходных технологий, исключающих или минимизирующих поступление в атмосферу загрязняющих веществ.

Однако, в настоящее время уровень экологизации технологических процессов невысок, поэтому в условиях современного промышленного производства основное значение для защиты атмосферного воздуха от загрязнений имеет осуществление комплекса технологических, технических и организационных мер. К таким мерам, в частности, можно отнести:

- внедрение мокрого способа производства и обработки пылящих материалов;
- перевод на электропривод компрессоров, сваебойных агрегатов, насосов, экскаваторов и других машин;
- использование очистных сооружений в виде пылегазоулавливающих устройств;
- экологически целесообразное взаимное размещение источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу и селитебной зоны с учетом господствующего направления ветра;

- устройство и соблюдение санитарно-защитных зон.

Особую группу антропогенных воздействий, связанных со строительной деятельностью, составляют аэродинамические нарушения: возмущения, разрежения и температурные инверсии.

*Возмущения* проявляются в изменении направления и скорости движения воздушного потока. Естественные возмущения обычно связаны с особенностями рельефа местности. Антропогенные возмущения вызываются строительством высотных зданий и сооружений. При строительстве зданий повышенной этажности образуются вихреобразные атмосферные потоки огромной силы, способные в ряде случаев повреждать остекление и облицовку зданий. На прилегающих к зданиям территориях в зимний период возникают снежные заносы.

*Зоны разрежения* – зоны аэродинамических теней, которые образуются над кровлей зон подпора, вызванных плохой обтекаемостью зданий и сооружений. Чем выше наземные строительные сооружения и чем менее они обтекаемы, тем хуже режим аэрации и выше приземные концентрации загрязняющих веществ.

*Температурные инверсии* – это один из видов атмосферных нарушений, которые возникают вследствие интенсивного тепловыделения от различных предприятий, в том числе и строительного профиля. Температурные инверсии способствуют накоплению загрязнений в приземном слое атмосферы.

Снижения перечисленных аэродинамических нарушений и связанных с ними загрязнений атмосферного воздуха добиваются за счет рациональных архитектурно-планировочных решений, в том числе путем целесообразного взаимного размещения источников выброса и жилой зоны с учетом господствующего направления ветра.

### **3.2 Негативные воздействия строительства на гидросферу и мероприятия по их снижению**

Современное строительство оказывает негативное воздействие как на поверхностную, так и подземную гидросферу.

*Неблагоприятное влияние строительства на экологические системы поверхностных водоемов* происходит за счет нескольких факторов.

Одним из таких факторов является *интенсивное водопотребление*. Строительство относится к крупным потребителям хозяйственно-питьевой и технической воды. В огромных количествах вода расходуется для приготовления бетона и цементных растворов, охлаждения двигателей, агрегатов, мытья строительных машин и механизмов, теплоснабжения, гидравлических испытаний сооружений. Из числа предприятий стройиндустрии к наиболее водоемным относятся заводы железобетонных изделий и конструкций, цементные заводы, предприятия по производству гипсолитовых и керамических изделий.

Интенсивное водопотребление может привести к территориальному количественному истощению водных ресурсов, что неблагоприятно сказывается на состоянии водных экосистем.

Серьезным фактором воздействия строительства на поверхностную гидросферу служит ее *загрязнение*. Основным источником загрязнителей являются неочищенные (или недостаточно очищенные) сточные воды предприятий стройиндустрии. В производстве строительных материалов и конструкций вода используется как растворитель, поглотитель, теплоноситель, охладитель и т.д. Образующиеся в ходе технологических процессов сточные воды имеют достаточно сложный состав: они содержат различные вещества минерального и органического происхождения, в том числе гидроксиды металлов, углеводороды (в составе масла, мазута) и т.д. Существенный вклад в загрязнение водоемов вносит и поверхностный сток с территории стройки. Дождевые, талые, поливочные воды, стекая с поверхности стройплощадки, несут в водоемы взвешенные частицы, нефтепродукты, химические вещества, биологические агенты.

Возникающее в результате загрязнения качественное истощение водных ресурсов неблагоприятно влияет на функционирование водных экосистем, а также может послужить причиной их относительного количественного истощения, препятствуя реализации не только экологических, но и социальных функций.

К факторам воздействия на экосистемы поверхностных водоемов можно отнести также изменение гидрологического режима рек, вызываемое строительством подводных и других гидротехнических сооружений, разработкой прибрежных карьеров стройматериалов, что проявляется в переформировании берегов, углублении русла и т.д.

*Негативное воздействие строительного производства на подземную гидросферу* также может проявляться в различных видах.

Первым видом такого воздействия является *загрязнение подземных вод*. При этом основными источниками загрязнения, связанными со строительством, служат сточные воды предприятий стройиндустрии, загрязненный сток со стройплощадок и временных складов стройматериалов, а также фильтрат от свалок строительного мусора. Загрязняющие вещества фильтруются через грунтовые породы и попадают в подземные водоносные пласты. К источникам загрязнения подземных вод относятся также выбросы выхлопных газов строительных машин, механизмов и транспортных средств, содержащие тяжелые металлы, несгоревшие углеводороды, оксиды углерода и азота. Оседая на поверхности почв, строительных материалах, дорожном полотне, они затем смываются дождевыми и талыми водами и просачиваются в водоносные горизонты.

Помимо загрязнения строительная деятельность может вызвать и *истощение подземных вод*, т.е. уменьшение их запасов без восполнения. Это может произойти в ходе строительных работ при осушении карьеров, тоннелей,

глубоких строительных выемок и котлованов. Эти работы нередко сопровождаются развитием карстовых процессов.

*Защита поверхностных и подземных вод* от негативного воздействия строительства осуществляется за счет комплекса мер, направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий их загрязнения и истощения.

*Для защиты гидросферы от загрязнения* проводят такие меры, как снижение объема сбрасываемых предприятиями стройиндустрии сточных вод за счет развития малоотходных и безотходных технологий; внедрение систем замкнутого оборотного водоснабжения; очистку производственных сточных вод; организацию на водных объектах водоохранной зоны и запрещение в ее пределах всех видов строительных, а также других работ.

*Для защиты рек от засорения и заиливания* рыхлыми породами осуществляют противоэрозионные мероприятия в виде закрепления склонов оврагов, балок, берегов рек, где был нарушен почвенно-растительный слой в период проведения строительно-монтажных работ.

*Для предотвращения развития эрозионных процессов* и выноса загрязняющих веществ с территории строек стройплощадки обычно ограждают; устраивают отвод поверхностных стоков по системе лотков в отстойники; устанавливают специальные места стоянок и заправки строительных машин и механизмов; упорядочивают складирование строительных материалов; организуют регулярную уборку территории.

Истощение водных ресурсов предотвращают путем строгого контроля за расходом вод для различных нужд промышленно-строительного комплекса.

### **3.3 Негативные воздействия строительства на литосферу и мероприятия по их снижению**

Строительный техногенез может вызывать изменения во всех компонентах литосферы: почвах, горных породах, недрах.

*Основными видами воздействия строительства на почвы* служат загрязнения, «запечатывание», эрозионные процессы, отчуждения.

*Загрязнение почв* в процессе строительной деятельности проявляется главным образом в виде механического и химического загрязнения.

*Механическое загрязнение* почв мусором, цементом приводит к снижению биопродуктивности земель, нарушению процессов самоочищения почвы.

Основными *химическими загрязнителями* почв строительного происхождения являются нефтепродукты и соединения тяжелых металлов. Источниками загрязнения служат свалки строительных отходов, газодымовые выбросы строительных машин и оборудования, строительные материалы в процессе их транспортировки, хранения, захоронения.

Например, в красках окрашенных кирпичей, осыпавшейся штукатурки, в других покрытиях содержатся значительные количества цинка, свинца, меди,

хрома, кадмия. При захоронении пластмасс в почву мигрируют кадмий, свинец; при захоронении керамики – цинк, хром, медь; при захоронении бумаги – цинк, хром, кадмий, свинец. Как соединения металлов, так и нефтепродукты, обладая токсическими свойствами, могут приводить к нарушению жизнедеятельности и гибели почвенных организмов, приводя в том числе и к снижению самоочищающей способности почвы.

«Запечатывание» почв происходит вследствие их покрытия асфальтом и цементными плитами на застроенных территориях. В промышленных зонах крупных городов «запечатывание» почв может достигать 80-90 %. В «запечатанных» почвах происходит постепенное отмирание многих видов живых организмов, деградация почвенных экологических систем. Такие почвы не участвуют в круговороте элементов. Нарушая влажностный режим застроенных территорий, «запечатанные» почвы способствуют развитию подтопления.

*Эрозией почв* называют разрушение и снос верхнего плодородного слоя ветром или водным потоком. Если этот процесс развивается в период строительства, его называют строительной эрозией.

*Строительная эрозия* способствует развитию промоин, рытвин, оврагов и других отрицательных форм рельефа, лишает поверхность растительного покрова, приводит к заиливанию водоемов и к заносу действующих дорог.

К противоэрозионным мероприятиям относится возведение простейших гидротехнических сооружений: оголовков, быстротоков, ступенчатых перепадов, агротехнических и мелиоративных средств.

*Отчуждение земель* для строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки дорог, трубопроводов приводит к нарушению почвенного покрова и агроэкосистем отчуждаемых земель. С целью предотвращения серьезных экологических последствий отчуждения земель разрабатываются нормы изъятия земельных площадей. Для строительства должны использоваться земли, не пригодные для сельского хозяйства. Коммуникации должны прокладываться в основном под землей.

При проведении строительных работ, связанных с механическим нарушением почвенного покрова, предусматривается снятие, сохранение и нанесение почвенного плодородного слоя на нарушенные земли.

К числу основных строительных воздействий на горные породы относятся статические и динамические нагрузки.

*Статические нагрузки* – это наиболее распространенный вид строительных воздействий на горные породы. Под действием статических нагрузок от зданий и сооружений образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин до 100 м. Наибольшие изменения наблюдаются в вечномерзлых льдистых породах в виде оттаивания, пучения, а также в сильносжимаемых породах, например, насыпных, заторфованных.

*Динамические нагрузки* в виде вибраций, толчков наблюдаются при работе транспорта, ударных и вибрационных строительных машин и механизмов. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы

(пески, торф). Прочность этих пород под действием динамических нагрузок заметно снижается, возникает возможность образования оползней, обвалов, плывунов.

*Воздействие строительства на недра* связано с добычей естественных строительных материалов (гранита, известняка, песка, гравия, щебня, глины и т.д.) и с возможностью использования недр для строительства подземных сооружений. К важнейшим негативным экологическим последствиям добычи естественных строительных материалов относятся пылевые и газовые выбросы при взрывных работах в карьерах, отчуждения земельных ресурсов, уничтожение естественных биоценозов.

### **3.4 Воздействие строительства на биосферу за счет загрязнения среды отходами строительного производства**

Экологическая безопасность и рациональное природопользование в значительной степени определяются тем, как используются материальные ресурсы. В настоящее время в мире лишь 5-10 % сырьевых материалов переходит в конечную продукцию, а 90-95 % превращаются в отходы. Это создает колоссальную нагрузку на окружающую природную среду и экосистемы, приводит к исчерпанию природных ресурсов.

Немалую роль в развитии этой экологически опасной тенденции играет строительное производство. Среди всех отраслей хозяйственной деятельности строительство занимает второе место по объему твердых отходов в виде разрабатываемых грунтов и строительных отходов.

Под *строительными отходами* понимают отходы, которые образуются при строительстве, сносе, реконструкции и ремонте зданий и сооружений, а также при производстве строительных материалов и конструкций. Сюда относят обломки бетона, железобетона, керамзитобетона, древесину; лом черных металлов; битум; обрезки рубероида, линолеума; бой шифера, кирпича, стекла, керамической плитки; отработанные цементно-известковый раствор, шлак, золу, асбест, лакокрасочные материалы; использованную тару.

Проблема строительных отходов решается в трех основных направлениях:

- разработка и внедрение безотходных технологий;
- переработка и утилизация отходов;
- депонирование отходов на полигонах захоронения.

Под *безотходным производством* понимают такую организацию производства, при которой в процессе производства продукции используются все компоненты сырья.

Современный уровень науки и техники не позволяет создавать безотходные технологии в большинстве строительных производств. Поэтому сейчас большое внимание уделяется внедрению *технологий переработки* строительных отходов во вторичный строительный материал. Это направление получает широкое развитие, строительные отходы перерабатывают на специальных дробильносортировочных установках. Наиболее часто



перерабатываемыми материалами являются бетон и железобетон, на основе которых получают арматурную сталь, щебень, песок. Кирпич путем дробления превращают в крупный заполнитель. Старый асфальт после нагрева повторно укладывают в дорожное покрытие. При переработке строительных отходов используют также технологии восстановления вяжущих свойств строительных материалов, различные способы повторного использования стеклобоя, керамического боя. Существуют технологии производства кирпича методом полусухого прессования из таких строительных отходов, как известь, замусоренная глина, песок и т.д.

Строительные отходы, которые не могут быть использованы в производстве вторичных строительных материалов, вывозят на полигон захоронения. Современный *полигон захоронения отходов* – это природоохранное сооружение для централизованного сбора, изоляции, обезвреживания и уничтожения отходов. Технологии уничтожения и захоронения отходов на полигонах позволяют обеспечивать защиту природных экосистем от их возможного неблагоприятного воздействия.

К выбору территории под строительство полигонов захоронения отходов предъявляются достаточно жесткие требования, направленные на предотвращение неблагоприятного влияния этих сооружений на окружающую среду, особенно подземные воды, природные экосистемы и здоровье людей. Жесткость требований к выбору территории полигонов служит одним из факторов, сдерживающих строительство данных объектов. В связи с этим строительные отходы пока еще обычно размещаются не на полигонах, а на свалках: санкционированных или несанкционированных.

*Санкционированная свалка* – это территория, временно разрешенная для размещения отходов. Такая свалка организуется на территориях с невысоким уровнем залегания подземных вод и имеет санитарно-защитную зону (СЗЗ) не менее 2 км, в пределах которой не допускается жилая застройка.

Что касается *несанкционированных свалок*, которые достаточно часто образуются в современных городах и используются в том числе, и для складирования строительных отходов, то они могут служить серьезным источником загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, поскольку организуются без учета состава почвенного грунта, рельефа местности, расположения поверхностных водоемов и глубины залегания подземных вод. Организация или использование несанкционированных свалок недопустимы. Существующие несанкционированные свалки подлежат санированию и рекультивации.

Значительная часть строительных отходов сжигается – в основном на мусоросжигательных заводах.

Из перечисленных способов решения проблемы строительных отходов наиболее оптимальными являются меры, направленные на сокращение объема образующихся отходов, создание малоотходных (безотходных) технологий, преобразование строительных отходов во вторичное сырье и повторное их использование (рециклинг).

### 3.5 Воздействие строительства на акустическую среду

Под *акустическим загрязнением* среды понимают шумовое и вибрационное воздействие свыше установленных нормативов.

*Шумовое воздействие* в виде сверхнормативного шума в строительстве связано в первую очередь со строительным транспортом и техникой. Предельно допустимый уровень шума (85 дБА) превышают самоходные скреперы на колесных тракторах и тягачах (100-120 дБА), компрессоры (100-120 дБА), бульдозеры (90-110 дБА), сваебойное оборудование (до 110 дБА) и т.д. Сильный механический шум возникает при эксплуатации строительного технологического оборудования: растворо- и бетономешалок, дробилок, грохотов, дозаторных устройств, вибраторов, пневматических молотков и т.д. На цементных и других заводах стройиндустрии шум при работе производственного технологического оборудования (сушильных барабанов, вибрационных сит и грохотов, помольных мельниц и т.д.) достигает 110-115 дБА.

Для борьбы с шумом на строительных площадках применяют технику с электроприводом, гидроприводом, на пневмоколесном ходу и асфальтных шинах, переводят двигатели внутреннего сгорания на газовое топливо, оборудуют их глушителями. Существенно снижает шум на строительных площадках использование такого современного технологического процесса, как устройство набивных свай в предварительно пробуренных и продавленных скважинах.

К технико-технологическим мерам снижения шума относят внедрение бесшумных строительных инструментов и механизмов. Например, шведской фирмой «Атлас-Коко» создан отбойный молоток с шумоподавляющим устройством из полиуретана. Уровень шума, создаваемый этим инструментом, составляет не более 70 дБА, тогда как обычный отбойный молоток генерирует шум на уровне 90-110 дБА.

Применение защитных кожухов, выполненных из многослойных материалов, например, парусины, свинцовой фольги, стекловолокна, позволяет снизить уровень шума со 100 до 75 дБА. Прокладка технологического сукна между корпусом и бронеплитами цементных мельниц снижает шум на 15-20 дБА.

*Вибрационное воздействие* тесно связано с шумовым. Вибрационные воздействия не только, как и шум, оказывают негативное воздействие на здоровье человека, но и снижают устойчивость зданий и сооружений, способствуют развитию обвалов, оползней. Под влиянием вибрации может повыситься концентрация опасного газа метана за счет дегазации свалочного грунта.

Основные источники вибрации в строительной сфере – это технологическое оборудование на предприятиях стройиндустрии, строительные машины и механизмы, особенно бетоноукладчики, транспорт, взрывные работы на карьерах стройматериалов.

Экологическая защита от сверхнормативной вибрации заключается в снижении его уровня в источнике, правильном выборе типов и конструктивных особенностей объектов, служащих приемниками колебаний (фундаментов и других подземных частей сооружения), устройстве противовибрационных экранов. В строительном производстве значительного снижения вибрационного фактора добиваются за счет внедрения современных технологий, например, изготовления железобетонных изделий на основе ячеистых бетонов, использование роторного бетоноукладчика.

### **3.6 Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные виды загрязнений атмосферного воздуха за счет производства строительных материалов и конструкций.

2. Перечислите основные причины загрязнения атмосферного воздуха при производстве строительно-монтажных работ.

3. Перечислите основные меры охраны атмосферного воздуха от загрязнений при производстве стройматериалов и проведении строительных работ.

4. Каким образом проявляется неблагоприятное влияние строительства на гидросферу?

5. Укажите меры защиты гидросферы от негативного воздействия строительства.

6. Каким образом проявляется неблагоприятное влияние строительства на литосферу?

7. Перечислите основные направления решения проблемы строительных отходов.

8. Укажите основные источники шума и вибрации в строительстве.

9. Перечислите основные меры по снижению уровня шума в строительстве.

10. Перечислите основные меры по снижению уровня вибрации, создаваемой в строительстве.

## **4 Энерго- и ресурсосбережение в строительстве**

### **4.1 Энергоснабжение в строительстве**

Одним из основных направлений улучшения экологической обстановки является снижение уровня природных энергетических ресурсов. Поскольку жилищно-строительная сфера входит в число важнейших потребителей энергии, эффективное энергосбережение в этой отрасли хозяйственной деятельности людей может значительно снизить общее потребление энергетических ресурсов и благоприятно сказаться на экологической ситуации.

*Энергосбережение* предусматривает крайне экономное расходование энергетических ресурсов. В настоящее время наблюдаются существенные потери энергии в строительной индустрии, при производстве строительных работ, а также в процессе эксплуатации объектов жилищно-строительной сферы.

К основным факторам, определяющим непроизводительные потери энергии в строительной сфере, относят:

- ориентацию строительной индустрии и промышленности строительных материалов на преимущественный выпуск и использование энергоемких материалов (кирпич, керамзитобетон и др.);
- применение ограждающих конструкций зданий с низким уровнем теплозащиты;
- несовершенство технических систем теплоснабжения и инженерного оборудования зданий;
- неэффективное использование градостроительных приемов, объемно-планировочных и конструкторских решений;
- недостаточное развитие нетрадиционных систем энергообеспечения.

С учетом изложенного главным направлением экологического энергопотребления в сфере строительства и эксплуатации зданий и сооружений является осуществление полного *комплекса энергосберегающих мероприятий*: градостроительных, архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных и эксплуатационных.

*Энергосберегающие градостроительные решения* должны включать:

- установление моратория на расширение границ городов в течение 20-30 лет с целью более рационального использования городских магистральных теплопроводов и других энергосистем;
- включение в генпланы, программы и бизнес-планы застройки жилых кварталов мероприятий по ликвидации сквозных ветрообразующих пространств;
- организацию замкнутых дворовых и внутриквартальных территорий;
- использование защитных свойств рельефа;
- использование естественной теплоты Земли и развитие подземной урбанизации с целью экономии энергоресурсов.

К *энергосберегающим архитектурно-планировочным решениям* относят:

- строительство ширококорпусных жилых домов с сокращением удельной площади ограждающих конструкций на 1 м<sup>2</sup> площади жилья;
- возведение мансардных этажей на существующих зданиях для предотвращения сверхнормативных потерь тепла через покрытия;
- упрощение конфигурации домов;
- оптимальную ориентацию домов по ветру и по солнцу;
- оптимизацию внутренней планировки.

Весомый вклад в энергосбережение в строительной сфере могут внести оптимальные конструктивные системы, применяемые при возведении и эксплуатации зданий. Известно, что при действующей практике проектирования и строительства более 60% тепла уходит через ограждающие конструкции: внешние стены, потолок, крышу, окна, двери, фундамент. Поэтому основной

резерв теплосбережения кроется в надежной теплоизоляции всего корпуса жилого дома:

- утепление стен достигается за счет их толщины, которая в соответствии с требованиями СНиП II-3-79 в кирпичных домах центральных районов России должна быть не менее 1 м;

- утепление окон за счет использования оконного заполнения из древесины и стеклопластика с тройным остеклением либо стеклопакетов с двойным остеклением;

- тщательная теплоизоляция фундамента, особенно с внешней стороны.

*Энергосберегающие инженерные системы* – энергоисточники, оборудование, контрольно-измерительные приборы и др. позволяют сократить расход тепла на отопление и нагрев воздуха на 25-30 %. При этом к основным энергосберегающим мерам относятся:

- использование высокопроизводительного котельного оборудования и повышение его КПД;

- устранение теплопотерь в системах централизованного теплоснабжения;

- переход на автономные системы горячего водоснабжения с использованием газовых или электронагревателей; введение поквартирной системы отопления;

- установка терморегулирующей аппаратуры для регулирования обогрева жилых зданий в зимний и осенне-весенний периоды, в дневное и ночное время.

К эксплуатационным энергосберегающим мерам можно отнести:

- использование совершенного инженерного оборудования;

- теплоизоляцию корпусов жилых зданий в процессе их эксплуатации;

- использование приборов автоматического регулирования отпуска тепла.

## **4.2 Ресурсосбережение в строительстве**

В *ресурсосбережении* при сооружении строительных объектов определенное значение придается использованию высокопрочных, устойчивых к воздействию коррозии материалов, таких как стекловолокно, графитоволокно, алюминийволокно, карбидволокно, стеклометалл.

Но решающее значение в сбережении ресурсов при производстве строительных материалов и строительных работ имеет использование технологического сырья взамен природного или дополнительно к нему. Использование техногенного сырья для производства строительных материалов имеет существенное экологическое значение, поскольку в таком случае:

- резко сокращаются объемы добычи дефицитных природных строительных материалов;

- утилизируется и химически связывается огромное количество загрязняющих окружающую среду промышленных отходов;

- освобождаются ценные земельные участки, отчуждаемые под хвосто- и шламохранилища.

В строительной индустрии находят широкое применение многие виды промышленных отходов и побочных продуктов.

*Зола и золошлаковые отходы (ЗШО)* образуются в результате использования угля в качестве топлива. Основным источником образования золы и ЗШО являются ТЭС. ЗШО могут быть использованы в качестве компонента формовочных смесей для получения высококачественных строительных материалов: ячеистого бетона, силикатного кирпича, пенозолсиликата, агропорита, асфальтового основания дорожных одежд. ЗШО считаются прекрасным цементосберегающим материалом. При производстве бетонов введение зол позволяет экономить до 100 кг/м<sup>3</sup> цемента. При этом улучшается структура цементного теста и повышаются теплозащитные свойства конструкций.

*Металлургические шлаки*, образующиеся в металлургическом производстве, это высококачественное сырье для производства шлакопортландцементов, шлаковаты, гипсошлаковых блоков, щебня. В последние годы все большее применение в качестве заполнителя в бетонах получают шлаковая пемза (термозит) и шлакостеклогрануляты, не уступающие природному щебню по большинству показателей. Например, прочность бетона на шлаковом цементе на 15-20 % выше, чем на гранитном.

Широко известен ценный конструктивный материал – шлакоситалл, обладающий высокими физико-механическими, химическими свойствами и экономической чистотой. Большое значение для производства портландцементного клинкера и шлакопортландцементов высокого качества имеет гранулированный доменный шлак, придающий цементу антикоррозийность, повышенную прочность, текучесть и быстроту твердения.

В связи с тем, что в ближайшие годы в России ожидается реконструкция предприятий по переработке отработанного ядерного топлива (ОЯТ), резко усиливается спрос на особо тяжелые бетоны для радиационной защиты. Для этих целей учеными предлагается использовать бетон, в составе которого вместо дорогостоящего металла будут использоваться отходы и шихта металлургического производства.

*Продукты переработки древесины* и другие растительные отходы образуются на лесопромышленных комплексах, деревоперерабатывающих комбинатах, предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

Наиболее известным из этих экологически чистых дешевых строительных материалов является арболит. Это легкий крупнопористый бетон, состоящий из древесной дробилки и портландцемента. Широко применяется в качестве стеновых блоков при строительстве малоэтажных зданий.

При устройстве ограждающих конструкций и перегородок используют королит – теплоизоляционный материал, состоящий из коры, цемента (или строительного гипса) и добавок.

Широкое применение в промышленности строительных материалов находит экологически чистое сырье, вырабатываемое из отходов целлюлозно-

бумажного производства – лигносульфонаты, обладающие обеспыливающими, пластифицирующими, пенообразующими и другими ценными свойствами.

Из отходов химического производства находят применение электротермофосфорные шлаки (шлакопортландцемент, силикатный кирпич), отходы содового производства (газогипс), кубовые остатки перегонных производств, битумы (ячеистые бетоны с добавками нефтебитума).

Побочным продуктом переработки апатитовых и фосфоритовых концентратов является фосфогипс, используемый при изготовлении цемента, строительных блоков, сухой штукатурки. Фосфогипс обладает большой удельной радиоактивностью по сравнению с природным гипсом, поэтому его применению в строительстве должен предшествовать контроль на радиоактивность.

Вторичные ресурсы (отходы производства) широко используются не только в промышленности строительных материалов, но и в дорожном строительстве (в качестве инертных наполнителей вместо песка, скальных пород, гравийных смесей и др.), в фундаментостроении, при устройстве гидротехнических плотин.

Помимо перечисленных отходов, при производстве строительных материалов находят применение и другие виды техногенного сырья, которые вполне могут заменять природные материалы.

### **4.3 Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные факторы, определяющие непроизводственные потери энергии в строительной сфере.
2. Что включают градостроительные энергосберегающие мероприятия?
3. Что включают архитектурно-планировочные энергосберегающие мероприятия?
4. Что включают конструктивные энергосберегающие мероприятия?
5. Что включают инженерные энергосберегающие мероприятия?
6. Что включают эксплуатационные энергосберегающие мероприятия?
7. Укажите основные направления ресурсосбережения в строительстве.

## **5 Методические указания для самостоятельной работы**

### **5.1 Вопросы для подготовки к коллоквиуму**

#### **Коллоквиум № 1**

1. Показатели экологичности строительных материалов.
2. Влияние строительных материалов на качество внутренней среды.
3. Древесина как наиболее экологичный материал.
4. Экологические характеристики бетона как наиболее распространенного строительного материала.

5. Экологичность стальных и деревянных конструкций зданий.
6. Материалы для тепло- и гидроизоляции.
9. Биопозитивные строительные материалы.
10. Керамические строительные материалы.
11. Конструкционные материалы.
12. Материалы для облицовки и внутренней отделки.
13. Повторное использование строительных материалов.
14. Сущность процесса экологизации строительной площадки, зданий, инженерных сооружений.

### **Коллоквиум № 2**

1. Виды загрязнений атмосферного воздуха за счет производства строительных материалов и конструкций. Меры охраны атмосферного воздуха.
2. Загрязнение атмосферного воздуха при производстве строительномонтажных работ. Меры охраны атмосферного воздуха.
3. Неблагоприятное влияние строительства на гидросферу. Меры защиты гидросферы от негативного воздействия строительства.
4. Неблагоприятное влияние строительства на литосферу. Основные направления решения проблемы строительных отходов.
5. Основные вибрации в строительстве. Меры по снижению уровня шума и вибрации в строительстве.
6. Экологические требования, предъявляемые к строительным полимерным материалам.
7. Биоповреждение строительных материалов и повышение сопротивляемости строительных материалов биологическим воздействиям.
8. Микроклимат жилых и общественных зданий.
9. Эколого-гигиеническая оценка внутренней среды помещений.
10. Загрязнение внутренней среды помещений химическими веществами. Мероприятия, направленные на обеспечение экологической чистоты воздушной среды помещений.
11. Требования к уровню шума в жилых помещениях. Источники шума и мероприятия по снижению уровня шума в жилых помещениях.
12. Электромагнитное загрязнение среды жилых и общественных зданий. Меры по снижению электромагнитного загрязнения среды жилых и общественных зданий.
13. Экологически безопасные технологии при устройстве оснований и фундаментов.
14. Повторное использование строительных материалов.

### **5.2 Реферативная итоговая работа**

Основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: реферирование литературы, подготовка конспектов выступлений на семинаре, докладов на научно-практическую конференцию.



Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде подготовки студентами материалов для написания итоговой работы в реферативной форме.

Выбор темы реферативной работы осуществляется в соответствии с порядковым номером студента в списке группы (можно по желанию).

Объем текстовой части работы должен быть в пределах 15-20 страниц машинописного текста.

Реферативная работа должна содержать следующие разделы:

- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы.

По желанию студента могут быть представлены в самостоятельной работе и дополнительные графические материалы, рисунки более подробно описывающие рассматриваемую тему.

По выбранной теме студент работает в следующей последовательности: подбирает основную и дополнительную литературу, позволяющую раскрыть содержание темы; изучает рекомендованные интернет-ресурсы; систематизирует материал по вопросам темы; подбирает фактический материал для раскрытия основных технологических процессов, теоретические положения и т.д.

По реферативной работе делается презентация, содержащая 15-20 слайдов.

### **Темы реферативной итоговой работы**

1. Виды загрязнений атмосферного воздуха за счет производства строительных материалов и конструкций. Меры охраны атмосферного воздуха.

2. Загрязнение атмосферного воздуха при производстве строительномонтажных работ. Меры охраны атмосферного воздуха.

3. Неблагоприятное влияние строительства на гидросферу. Меры защиты гидросферы от негативного воздействия строительства.

4. Неблагоприятное влияние строительства на литосферу. Основные направления решения проблемы строительных отходов.

5. Основные источники шума и вибрации в строительстве. Меры по снижению уровня шума и вибрации в строительстве.

6. Непроизводственные потери энергии в строительной сфере и эксплуатационные энергосберегающие мероприятия.

7. Градостроительные и архитектурно-планировочные энергосберегающие мероприятия.

8. Конструктивные и инженерные энергосберегающие мероприятия.

9. Основные направления ресурсосбережения в строительстве.

10. Экологические требования, предъявляемые к строительным полимерным материалам.

11. Биоповреждение строительных материалов и повышение сопротивляемости строительных материалов биологическим воздействиям.

12. Экологическая безопасность жилых и общественных зданий. Обеспечение экологической безопасности жилых и общественных зданий.

13. Меры, направленные на экологизацию проекта строительства жилых и общественных зданий за счет объемно-планировочных и конструктивных решений.

14. Микроклимат жилых и общественных зданий. Эколого-гигиеническая оценка внутренней среды помещений.

15. Загрязнение внутренней среды помещений химическими веществами. Мероприятия, направленные на обеспечение экологической чистоты воздушной среды помещений.

16. Требования к уровню шума в жилых помещениях. Источники шума и мероприятия по снижению уровня шума в жилых помещениях.

17. Электромагнитное загрязнение среды жилых и общественных зданий. Меры по снижению электромагнитного загрязнения среды жилых и общественных зданий.

18. Основные источники поступления радона в жилые помещения и меры по снижению его концентрации.

19. Экологические проблемы градостроительства. Пути их решения.

20. Энергоактивные здания (гелио- и ветроэнергоактивные здания).

21. Энергоактивные здания (гидро-, гео- и биоэнергоактивные здания).

22. Экологизация строительной площадки и объекта.

24. Роль новых технологий строительства, строительных конструкций и строительных материалов.

### **5.3 Тестовые задания**

#### **Тест 1. Экологическая безопасность жилых и общественных зданий**

1. Что не относится к объемно-планировочным решениям в процессе архитектурно-строительного проектирования:

а) сокращение затрат природных ресурсов при строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий;

б) обеспечение благоприятных условий проживания человека;

в) предупреждение неблагоприятных воздействий на окружающую среду;

г) сокращение затрат трудовых ресурсов при строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий.

2. При эколого-гигиенической оценке внутренней среды помещений учитываются следующие параметры микроклимата:

а) температура воздуха и градиенты температуры;

б) интенсивность инфракрасной радиации;

в) относительная влажность воздуха;

г) скорость движения воздуха.

3. Оптимальные температурные параметры микроклимата жилых помещений в теплый период:

- а) 20-25 °С;
- б) 18-20 °С;
- в) 22-23 °С;
- г) 15-20 °С.

4. Оптимальные температурные параметры микроклимата жилых помещений в холодный период:

- а) 20-22 °С;
- б) 18-20 °С;
- в) 22-23 °С;
- г) 15-20 °С.

5. Оптимальная средняя температура внутренней поверхности и ограждающих конструкций в теплый период:

- а) 26-30 °С;
- б) 26-35 °С;
- в) 30-40 °С;
- г) 15-20 °С.

6. При застройке жилого микрорайона осуществляются мероприятия по регулированию ветрового режима, направленные на поддержание скорости движения воздуха на уровне:

- а) 1-4 м/с;
- б) 1-2 м/с;
- в) 1-3 м/с;
- г) 1-5 м/с.

7. Территория жилого микрорайона считается непрветриваемой при скорости ветра:

- а) до 1 м/с;
- б) от 1 до 2 м/с;
- в) от 2 до 3 м/с;
- г) от 3 до 4 м/с.

8. Территория жилого микрорайона относится к зонам слишком активного продувания при скорости ветра:

- а) более 4 м/с;
- б) более 5 м/с;
- в) более 6 м/с;
- г) более 7 м/с.

9. Особое внимание при проектировании жилых зданий уделяют инсоляции помещений, т.е.:

- а) облучению поверхностей прямыми солнечными лучами;
- б) отделки экологичным материалом;
- в) экологичной внутренней планировке помещений;
- г) размерам оконных и дверных проемов в помещении.

10. Для жилых помещений установлен санитарно-гигиенический критерий инсоляции, согласно которому с 22 марта по 22 сентября продолжительность непрерывной инсоляции должна быть для южной зоны (южнее 48° с. ш.):

- а) не менее 2 ч;
- б) не менее 3 ч;
- в) не менее 4 ч;
- г) не менее 1 ч.

11. Для жилых помещений установлен санитарно-гигиенический критерий инсоляции, согласно которому с 22 марта по 22 сентября продолжительность непрерывной инсоляции должна быть для умеренной зоны (48-58° с. ш.):

- а) не менее 2,5 ч;
- б) не менее 3,5 ч;
- в) не менее 4,5 ч;
- г) не менее 1,5 ч.

12. Для жилых помещений установлен санитарно-гигиенический критерий инсоляции, согласно которому с 22 марта по 22 сентября продолжительность непрерывной инсоляции должна быть для северной зоны (севернее 48° с. ш.):

- а) не менее 3 ч;
- б) не менее 2 ч;
- в) не менее 4 ч;
- г) не менее 5 ч.

13. Как правило, из наружного атмосферного воздуха в воздушную среду помещений приносятся:

- а) оксиды углерода;
- б) диоксид серы;
- в) некоторые тяжелые металлы;
- г) все перечисленные.

14. Гигиеническая норма оптимального воздухообмена с наружной средой установлена на уровне:

- а) 60 м<sup>3</sup>/ч на человека;
- б) 40 м<sup>3</sup>/ч на человека;
- в) 30 м<sup>3</sup>/ч на человека;
- г) 20 м<sup>3</sup>/ч на человека.

15. Общий уровень шума в жилых помещениях не должен превышать днем:

- а) 55 дБА;
- б) 50 дБА;
- в) 45 дБА;
- г) 60 дБА.

16. Общий уровень шума в жилых помещениях не должен превышать ночью:

- а) 45 дБА;
- б) 50 дБА;
- в) 40 дБА;
- г) 35 дБА.

17. Обычно наблюдающиеся в помещениях, отделанных пластиком и композиционными материалами с избытком электронной и оргтехники, отрицательно сказываются на самочувствии человека:

- а) избыток положительных ионов и недостаток легких отрицательных ионов;
- б) избыток отрицательных ионов и недостаток легких положительных ионов;
- в) избыток положительных ионов и избыток легких отрицательных ионов;
- г) недостаток положительных ионов и недостаток легких отрицательных ионов.

18. Из залегающих под зданием горных пород в помещение поступает:

- а) радон;
- б) криптон;
- в) ксенон;
- г) аргон.

19. Привнесение во внутреннюю среду помещений микроорганизмов, бытовых насекомых, грызунов называется:

- а) биологическим загрязнением;
- б) санитарным загрязнением;
- в) химическим загрязнением;
- г) бактериологическим загрязнением.

20. К мерам по снижению электромагнитного загрязнения среды жилых и общественных зданий относятся:

- а) создание санитарно-защитных зон;
- б) надземная прокладка высоковольтных линий;
- в) устройство экранов, в т.ч. из зеленых кустарниковых насаждений;
- г) запрет использования сотовой связи.

## **Тест 2. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий**

1. При оценке экологической безопасности строительных материалов учитывается их:

- а) токсичность;
- б) радиоактивность;
- в) способность противостоять биологическим повреждениям;
- г) все перечисленное.

2. Из числа строительных материалов к основным источникам поступления токсических веществ в жилые помещения относятся:

- а) полимерные материалы;
- б) гипсовая штукатурка;
- в) стеклопакеты;
- г) элементы строительных конструкций.

3. Радиоактивность строительных материалов может быть обусловлена присутствием в них таких радионуклидов, как:

- а) U (уран-238);
- б) Th (торий-232);
- в) К (калий-40);
- г) все перечисленные.

4. Наибольшую опасность, как источник радиоактивного излучения представляет:

- а) глина;
- б) цемент;
- в) гранитный щебень;
- г) керамзитовый гравий.

5. Наименьшую опасность, как источник радиоактивного излучения представляет:

- а) гипс строительный;
- б) известь;
- в) раствор строительный;
- г) цемент.

6. В случае какого превышения мощности эквивалентной дозы внешнего облучения (за счет гамма-излучения) над гамма-фоном открытой местности жилые здания необходимо перепрофилировать?

- а) на 0,6 мкР в/ч;
- б) на 1,0 мкР в/ч;
- в) на 0,1 мкР в/ч;
- г) на 0,4 мкР в/ч.

7. Биоповреждения строительных материалов могут быть вызваны:

- а) бактериями и водорослями;
- б) насекомыми и грызунами;
- в) микроскопическими грибами;
- г) все перечисленное.

8. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов для защиты от микроскопических грибов могут применяться:

- а) фунгициды;
- б) бактерициды;
- в) альгициды;
- г) инсектициды.

9. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов для защиты от бактерий могут применяться:

- а) фунгициды;
- б) бактерициды;
- в) альгициды;
- г) инсектициды.

10. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов для защиты от обрастания в водной среде

водорослями и моллюсками трубопроводов, гидротехнических сооружений, систем водоснабжения могут применяться:

- а) фунгициды;
- б) бактерициды;
- в) альгициды;
- г) инсектициды.

11. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов для защиты древесины, полимерных и других материалов от древоточцев, термитов и других насекомых могут применяться:

- а) фунгициды;
- б) бактерициды;
- в) альгициды;
- г) инсектициды.

12. Суммарная удельная эффективная активность строительных материалов, обусловленная радиоактивностью, не должна превышать:

- а) 370 Бк/кг;
- б) 400 Бк/кг;
- в) 350 Бк/кг;
- г) 320 Бк/кг.

13. О степени опасности отдельных строительных материалов по радиоактивности в сравнительном плане можно судить по значениям удельной эффективной активности содержащегося в них:

- а) радия-226;
- б) урана-238;
- в) тория-232;
- г) калия-40.

14. Процессу старения полимерных материалов, следовательно, и увеличению концентрации их компонентов в воздушной среде помещений способствуют:

- а) повышенная температура воздуха и поверхности полимерных материалов;  
перепады температуры и воздействие солнечных лучей;
- б) высокая влажность воздуха и наличие в воздухе окисляющих агентов;
- в) поражение микроорганизмами (бактериями, микроскопическими грибами);
- г) все перечисленное.

15. Полиуретановые материалы, в частности, полиуретановая пена служат источником:

- а) изоцианатов, обладающих аллергенным действием;
- б) толуола, ксилола, метилметакрилата;
- в) свинца, меди;
- г) формальдегида и метанола.

16. Лакокрасочные материалы могут служить источником поступления в воздушную среду помещения:

- а) толуола и ксилола;
- б) метилметакрилата;
- в) свинца, меди;
- г) все перечисленное.

17. В процессе эксплуатации могут создавать на своей поверхности статическое электрическое поле напряженностью до 2000-3000 В/см:

- а) линолеум на основе ПВХ;
- б) стиролсодержащие резиновые линолеумы;
- в) нитролинолеум;
- г) релин.

18. Источником выделения в воздушную среду помещений фенола и формальдегида служат:

- а) древесноволокнистые плиты (ДВП);
- б) древесностружечные плиты (ДСП);
- в) древеснослоистые плиты (ДСП);
- г) все перечисленные.

19. Интенсивность миграции токсичных компонентов полимеров в воздушную среду помещений в процессе старения полимерных материалов:

- а) возрастает;
- б) значительно снижается;
- в) незначительно снижается;
- г) не изменяется.

20. Как правило, первоначально поверхность строительного материала заселяют:

- а) микроскопические плесневые грибы;
- б) бактерии;
- в) микроскопические водоросли;
- г) лишайники.

### **Тест 3. Воздействие строительства на экосферу**

1. Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

- а) производство стройматериалов и конструкций;
- б) строительно-монтажные работы;
- в) разработка месторождений нерудных строительных материалов;
- г) все перечисленное.

2. Мерой охраны атмосферного воздуха от загрязнения является:

- а) создание замкнутых технологических циклов;
- б) внедрение малоотходных и безотходных технологий;
- в) внедрение мокрого способа производства и обработки пылящих материалов;
- г) все перечисленное.

3. Какие антропогенные нарушения не относятся к антропогенным воздействиям, связанным со строительной деятельностью:

- а) возмущения;



- б) разрежения;
- в) температурные инверсии;
- г) химические инверсии.

4. При строительстве зданий повышенной этажности образуются вихреобразные атмосферные потоки огромной силы, способные в ряде случаев повреждать остекление и облицовку зданий, а в зимний период приводят к снежным заносам. Это пример антропогенного нарушения, связанного со строительной деятельностью:

- а) возмущения;
- б) разрежения;
- в) температурной инверсии;
- г) вихревой инверсии.

5. Зона аэродинамических теней, которые образуются над кровлей зон подпора, вызванных плохой обтекаемостью зданий и сооружений, называется:

- а) зоной возмущения;
- б) зоной разрежения;
- в) зоной температурной инверсии;
- г) зоной вихревой инверсии.

6. Какие антропогенные нарушения не приводят к повышению приземной концентрации загрязняющих веществ?

- а) возмущения;
- б) разрежения;
- в) температурной инверсии;
- г) вихревой инверсии.

7. За счет каких факторов происходит неблагоприятное влияние строительства на экологические системы поверхностных водоемов?

- а) интенсивное водопотребление;
- б) внедрение систем замкнутого оборотного водоснабжения;
- в) очистка производственных сточных вод;
- г) все перечисленные.

8. «Запечатывание» почв происходит вследствие:

- а) покрытия почв асфальтом, цементными плитами на застроенных территориях;
- б) сноса верхнего плодородного слоя ветром или водным потоком;
- в) лишения поверхности почв растительного покрова;
- г) все перечисленные.

9. Негативное воздействие строительства автомобильных дорог на фитоценозы проявляется:

- а) в механическом повреждении растений;
- б) снижении популяций представителей животного мира;
- в) нарушение процессов миграции представителей животного мира;
- г) все перечисленное.

10. Выделите направление решения проблемы строительных отходов:

- а) рециклинг;

- б) использование полигонов;
- в) депонирование;
- г) все перечисленное.

11. Сверхнормативный шум в строительстве наблюдается, когда уровень шума превышает:

- а) 85 дБА;
- б) 100 дБА;
- в) 70 дБА;
- г) 110 дБА.

12. Вибрационные воздействия оказывают:

- а) негативное воздействие на здоровье человека;
- б) снижают устойчивость зданий и сооружений;
- в) повышают концентрацию метана;
- г) все перечисленное.

13. Неустойчивой природно-антропогенной системой, состоящей из архитектурно-строительных и резко нарушенных естественных экосистем, называют:

- а) урбоэкосистема;
- б) агроэкосистема;
- в) таунэкосистема;
- г) геоэкосистема.

14. В пределах городских территорий техногенная нагрузка на природные экосистемы от различного вида строительства проявляется в виде какого антропогенного воздействия?

- а) механического;
- б) физико-химического;
- в) биологического;
- г) все перечисленное.

15. На территории города биомасса обычно:

- а) сбалансирована;
- б) пищевые цепи не нарушены;
- в) продуктивность ничтожна;
- г) все перечисленное.

16. В России роль мусоросжигательных заводов проявляется:

- а) в их экологической опасности;
- б) в значительном вкладе в защиту окружающей среды;
- в) не играют заметной роли в защите окружающей среды;
- г) нет правильного ответа.

17. Санитарно-защитная зона санкционированной свалки строительных отходов составляет .... км, в пределах которой не допускается жилой застройки:

- а) 2;
- б) 1;
- в) 0,5;
- г) 3.

18. Какое требование предъявляется к выбору территории под санкционированную свалку строительных отходов:

- а) предотвращение неблагоприятного влияния на подземные воды;
- б) предотвращение неблагоприятного влияния природные экосистемы;
- в) предотвращение неблагоприятного влияния здоровье людей;
- г) все неправильно.

19. Может ли строительная деятельность вызвать истощение подземных вод:

- а) да;
- б) не вызывает;
- в) вызывает незначительно;
- г) вопрос еще не изучен.

20. Загрязнение почв в процессе строительной деятельности проявляется главным образом в виде:

- а) механического и химического загрязнения;
- б) механического и биологического загрязнения;
- в) химического и биологического загрязнения;
- г) только механического загрязнения.

## **Библиографический список**

1. Губанов, Л.Н. Экологическая безопасность в строительстве: учеб. пособие / Л.Н. Губанов [и др.]; под общ. ред. Л.Н. Губанова. – Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 101 с.

2. Гулимова, Е.В. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий: учеб. пособие / Е.В. Гулимова [и др.]; под общ. ред. Е.В. Гулимовой. – Комсомольск –на– Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 108 с.

3. Гурова, Т.Ф. Экология и рациональное природопользование: учебник и практикум для академического бакалавриата / Т.Ф. Гурова, Л.В. Назаренко. – 3–е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 188 с.

4. СНиП 10-01-94. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения.

Учебное издание

**Воробьева** Елена Владимировна

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Тираж 5 экз.  
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета  
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53