



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

А.К. Соловьев, А.И. Герасимов, Е.В. Никонова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рекомендовано

*Учебно-методическим советом НИУ МГСУ в качестве учебного пособия
для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство
(№ 02 от 20.03.2019)*

ISBN 978-5-7264-2469-9

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2020

Москва
2020

УДК 721
ББК 85.11+38.2
С60

Рецензенты:

доктор технических наук *А.М. Ибрагимов*,
профессор кафедры проектирования зданий и сооружений НИУ МГСУ;
доктор архитектуры *В.Н. Ткачев*,
профессор кафедры архитектуры МГАХИ им. В.И. Сурикова

Соловьев, А.К.

С60 Проектирование зданий и сооружений [Электронный ресурс] : [учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство] / А.К. Соловьев, А.И. Герасимов, Е.В. Никонова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра проектирования зданий и сооружений. — Электрон. дан. и прогр. (7,1 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа : <http://lib.mgsu.ru/>. — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-2469-9 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-2470-5 (локальное)

Учебное пособие позволяет обучающимся более глубоко осваивать дисциплину, лучше понимать получаемый на лекциях теоретический материал, а также усовершенствовать навыки самостоятельной работы. В пособии представлены логичные объяснения рассматриваемого методического материала. Даны рекомендации по проектированию зданий и сооружений.

Для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

Учебное электронное издание

Оглавление

Глава 1. НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	5
Глава 2. ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО КРИТЕРИЯМ МИНИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ, ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И КОМФОРТА ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ.....	11
Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ...	18
3.1. Задачи реконструкции зданий и сооружений.....	18
3.2. Основные виды и методы реконструкции зданий и сооружений.....	19
3.3. Особенности производства работ при реконструкции	19
3.4. Проектно-технологическая документация на реконструкцию	19
3.5. Подготовительные работы в условиях реконструкции	20
Глава 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ В ОСОБЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	21
4.1. Общие принципы строительства надземной части зданий, расположенных в особых природно-климатических условиях Крайнего Севера с отрицательной температурой наружного воздуха.....	22
4.2. Общие принципы устройства конструктивных типов фундаментов и подземных частей зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах	23
Глава 5. ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	24
Глава 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	31
Глава 7. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО ЗЕЛЕНЫМ СТАНДАРТАМ	40
Глава 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	51
8.1. Современные методы расчета времени эвакуации людского потока из здания	51
8.2. Методы повышения устойчивости здания к террористическим угрозам	53
8.3. Методика расчета здания на живучесть	54
Глава 9. БИОСФЕРОСОВМЕСТИМЫЕ ЗДАНИЯ И ГОРОДА	57
9.1. Биосферная совместимость городов и развитие человека. Обобщенные научные данные об экологии, народонаселении и прогнозы развития страны	58
9.2. Принципы преобразования города в биосферосовместимый город, развивающий человека	60
9.3. Энергоэффективность зданий как фактор биосферной совместимости городов.....	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	75

Глава 1

НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Процесс проектирования заключается в разработке проектно-сметной документации (ПСД), которая необходима для проведения строительных работ. Формирование проектно-сметной документации является важным циклом, благодаря которому определяется эффективность будущего строительства. Согласно нормативной документации РФ строительство запрещено без наличия проектно-сметной документации.

Само проектирование могут выполнять либо организации, либо отдельные лица (юридические или физические), которые имеют необходимые документы (членство в саморегулируемых организациях (СРО) и т.д.).

Зачастую выдача членства в СРО отдельным лицам — достаточно трудоемкий процесс, как правило, проектные работы выполняют проектные организации (юридические лица).

Состав проектной документации (ПД), образцы документации, правила оформления, подачи, форма ее представления, регламентируются нормативными документами РФ.

Крупные проектные организации, как правило, специализируются на проектировании объектов конкретной отрасли, что обычно отражается в их названии (ЦНИИП-Жилища, Промстройпроект, Гидропроект и т.д.).

Проектные организации в основном различаются сопутствующими специализациями отделов, кадровым составом, но организационная структура остается неизменной и не зависит от направления деятельности.

По своему правовому статусу малые проектные организации представляют собой общества с ограниченной ответственностью (ООО), средние и крупные — акционерные общества (ЗАО, ОАО) или унитарные предприятия (ГУП, МУП).

В сфере природообустройства нишу занимают, как правило, довольно большие организации в связи с тем, что приходится проектировать большие крупные объекты строительства на обширной территории. В основном ими являются государственные или муниципальные предприятия (ГУП, МУП).

До начала проектных работ заказчику необходимо заключить договор на проектирование с проектной организацией и выдать ей техническое задание (ТЗ) на проектирование, прилагая к нему пакет необходимых документов, подготовленных на предпроектной стадии (в первую очередь, обоснование инвестиций и архитектурно-планировочное задание).

В разработке ТЗ, возможно, принимает участие и проектировщик, но его работа второстепенна и сводится к уточнению задач, поставленных заказчиком.

Состав ТЗ напрямую зависит от вида строительства, который выбрал заказчик. Состав обязательно регламентируется нормами, которые подробно расписаны для объектов промышленного и гражданского строительства.

Для объектов природообустройства, так как они обладают исключительным разнообразием состава и формы, ТЗ могут быть разными в зависимости от объекта строительства.

Основные параметры, которые необходимо прописывать в ТЗ: основание для проектирования, особые условия строительства (если имеются), основные технико-эко-

номические показатели (ТЭП) для проектируемых объектов, необходимые требования к архитектурно-планировочным и конструктивным решениям, существующие требования по охране природы, а для объектов природообустройства нужно указать дополнительные критерии по некоторым вопросам, например:

- основание необходимости разработки проекта (генеральная схема, генеральный план развития района, целевая программа охраны природы, обоснование инвестиций и др.);

- местоположение, границы, площади;

- назначение, требования заинтересованных отраслей (сельского хозяйства, гидроэнергетики, водного транспорта и др.);

- ориентировочные параметры возводимого объекта (площади, расходы, мощности и т.д.);

- необходимые требования к конструктивным решениям и способы регулирования водного режима;

- сроки, очередность строительства и другие сведения, необходимые для проектирования.

Еще большей спецификой могут отличаться задания на проектирование селезащитных территорий, противооползневых сооружений, реконструкции существующего рельефа и т.п. Очевидно, что в этих случаях не может быть единой схемы, и задание в каждом случае должно составляться в зависимости от конкретных задач.

Проектирование в РФ ведется в две или одну стадию.

Сущность **двухстадийного проектирования** заключается в том, что документация, необходимая для строительства, выполняется в два этапа, а именно: на первом этапе (стадии проектирования) принимаются решения по всем принципиальным вопросам заказчика, далее такие решения оцениваются со всех сторон, корректируются, утверждается и после устранения всех недостатков выпускается рабочая документация (РД) для строительства.

Основной плюс такой системы — сведение к минимуму затрат по переработке (доработке) проектной документации при неудачных общих решениях.

При **одностадийном проектировании** проектная документация готовится сразу в полном объеме и содержит решения всех общих и частных вопросов. Плюсом такого проектирования является удобство при малых объемах проектных работ.

Практически эти схемы осуществляются следующим образом.

При двухстадийном проектировании работа разделяется на две стадии:

- разработка стадии «Проект» (П)

- разработка стадии «Рабочая документация» (РД).

На стадии П (проект) принимаются без особой детализации основные архитектурно-планировочные и конструктивные решения (в том числе по генеральному плану), основные решения по инженерному оборудованию, сетям.

Для объектов природообустройства на стадии П принимаются решения принципиального характера, которые напрямую касаются выбора типа сооружения, его месторасположения, основных конструктивных решений, метода строительства и т.д.

При проектировании для промышленных предприятий необходимо выбрать принципиальные схемы технологических процессов, решить общие вопросы управления и охраны труда, выполнить сводный сметный расчет (ССМ), решить вопросы организации строительства, а также разработать обязательный экологический раздел.

Для выполнения стадии П необходимо провести специальные (инженерные) изыскания в сокращенном объеме, в результате таких изысканий формируется отчет о при-

годности площадки к строительству, виде используемого фундамента (мелкого заложения, свайного, с глубокими опорами и т.д.).

Сформированная на стадии П проектная документация направляется на государственную экспертизу проектной документации, на основании которой дается либо положительное заключение, либо эксперты дают замечания для последующего устранения. После их устранения проектная документация рассматривается и утверждается (или отклоняется) органами местной исполнительной власти или другой утверждающей инстанцией.

Порядок утверждения зависит напрямую от источника финансирования. Если строительство ведется за счет бюджетных средств (в соответствии с Федеральной адресной инвестиционной программой — ФАИП), утверждающей инстанцией является государственный орган.

Если проект финансируется конкретным предприятием, фондом или физическим лицом, утверждающая инстанция — сам заказчик или инвестор.

После утверждения стадии П разрабатывается вторая стадия проектирования — РД (рабочая документация).

На стадии РД уточняются и более детализируются основные решения, которые были приняты на стадии П, разрабатываются рабочие чертежи, проектно-сметная документация, необходимая для производства строительно-монтажных работ.

Для реализации стадии РД заказываются и выполняются подробные инженерные изыскания, которые содержат полную информацию для составления рабочих чертежей, не требующих последующей корректировки.

РД является тем непосредственным документом, который находится на строительной площадке. Проектная документация на стадии П, как правило, не передается строителям на площадку.

При одностадийном проектировании разрабатывается документация, называемая «рабочий проект» (РП), которая также проходит процедуру экспертизы и утверждения, но в этом варианте утверждается не вся документация, а лишь наиболее важная ее часть (так называемая «утверждаемая часть рабочего проекта»).

В РФ основным является двухстадийное проектирование. Одностадийное проектирование в РФ применяется для простых объектов либо для проектов массового или повторного применения.

Благодаря существующим нормам значительно упрощается процедура согласования ПД со службами различных надзоров.

Почти все согласования перемещены на предпроектную стадию. Проектная документация, которая выполнена в соответствии с нормативными документами, согласований со службами государственных надзоров не требует (кроме особых случаев, оговоренных в специальных законах).

В дореформенный период в 1950—1980-е годы строительство в нашей стране велось, как правило, по типовым решениям (проектам).

Типовой проект — это проект, который обладает высокими ТЭП, принят для массового применения и утвержден правительственным органом. Для принятия проекта в качестве типового необходимы три этапа:

- научное обоснование выбранного проекта;
- экспериментальное проектирование;
- экспериментальное строительство.

На настоящий момент ТП не имеют законодательной силы, однако многократное применение такого рода проектов практикуется и до сегодняшних дней на свободных

условиях — могут использоваться не утвержденные проекты, старые типовые проекты. Такие проекты получили название **«проекты массового применения»**.

Одним из вариантов применения раннее подготовленного проекта было использование так называемых проектов **повторного применения**. Это мог быть любой проект, который обладает необходимыми ТЭП, такому проекту не нужно было утверждение в правительственных органах.

В настоящее время проекты повторного применения сохранили свою значимость и достаточно широко применяются в строительстве. Проекты массового применения необходимо привязывать к местным условиям, из-за чего необходим большой объем работ.

Индивидуальный проект не повторяет готовые решения, а основан на новых архитектурных и конструктивных разработках.

В середине XX в., в период планового хозяйства индивидуальные проекты разрабатывались в особых случаях с обязательным разрешением Госстроя СССР, а сейчас индивидуальный проект, наоборот, является основным видом проектной документации. При этом разработка стадии П проводится, как правило, на конкурсной основе через торги или (тендер).

В Российской Федерации существует Градостроительный кодекс (Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 24 апреля 2020 г.), в котором регламентировано, как создавать проектную документацию (ст. 48, 49). Тем же вопросам посвящены постановления Правительства Российской Федерации № 87 от 16 февраля 2008 г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и № 145 от 05 марта 2007 г. «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» (с изменениями от 29 декабря 2007 г. и 16 февраля 2008 г.).

Исходные данные для подготовки ПД предоставляются в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации № 840 от 29 декабря 2005 г. «О форме градостроительного плана земельного участка», № 20 от 19 января 2006 г. «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства», № 83 от 13 февраля 2006 г. «Об утверждении Правил определения и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения и Правил подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения».

Вне зависимости от вида проекта (проекты массового применения или индивидуальный проект) всегда проводятся инженерные изыскания, так как требования к привязке здания на генплане, к проектированию оснований, к защите от опасных природных факторов не зависят от того, каким образом разрабатывался проект. Как бы ни были одинаковы здания, есть вероятность того, что фундаменты на различных площадках будут разные.

В 1950–1960-е годы при проектировании рассматривалась лишь часть главных вопросов проектирования генерального плана, технологической, архитектурно-строительной и инженерных частей проекта.

Сметная документация, как правило, не составлялась, оплата работ производилась по факту выполнения строительно-монтажных работ. Только в конце 1960-х годов сметная документация стала обязательной, а чуть позже и проект организации строительства (ПОС) стал обязательным разделом, без которого не могли выделяться деньги, не открывалось финансирование объекта.

Глава 2

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО КРИТЕРИЯМ МИНИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ, ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И КОМФОРТА ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

Согласно указу Президента РФ «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» от 7 июля 2011 г. № 899, основным направлением развития науки является энергосбережение и энергоэффективность зданий.

В последние годы строительная отрасль испытывает значительные изменения, которые связаны с изменением требований по повышению энергоэффективности объектов строительства.

Сегодня активно внедряются меры по регулированию, которые направлены на увеличение энергетической и экологической эффективности, ресурсо- и энергосбережение и комфорт внутренней среды.

Проектирование всегда затрагивает интерес двух групп людей: производителей и потребителей продукции (товаров, работ, услуг). Каждая группа стремится к удовлетворению своих требований к продукции, часть из которых может быть взаимоисключающей.

Плохие проектные решения, старая нормативная база, дефекты при строительстве, неправильная эксплуатация — все это ведет к потерям тепла в зданиях (около 40 % — через ограждения, около 30–40 % — через окна, около 9 % — через крышу, около 10–15 % — через полы первого этажа).

В зависимости от объемно-планировочных решений здания, его геометрических параметров и функционала рассчитывается относительный расход тепла.

Для получения необходимой (достаточной) надежности и при минимальном расходе материалов необходимо предусматривать оптимальные размеры несущих конструкций.

В практике при проектировании замечено, что при увеличении пролета в промышленном здании в 2 раза, изгибающий момент конструкции увеличивается в 4 раза, что приводит к увеличению массы конструкции, исходя из этого размеры пролета необходимо определять фактически для данного размера пространства.

Процесс решения таких задач многогранен, и перед проектировщиком всегда стоит проблема выбора окончательного варианта.

Главной целью проектирования является поиск наиболее эффективных решений, удовлетворяющих потребностей людей, обоснование конечного варианта.

Такой вид проектирования получил название **«оптимальное проектирование»**.

Оптимальное проектирование активными темпами начало применяться со второй половины XX в., что стало возможным благодаря методам теории принятия решений и теории исследования операций, а также вследствие внедрения ЭВМ в процесс проектирования. Все эти меры позволили разрабатывать методы, рассчитывать различные варианты и решать сложные математические задачи.

Для оптимального проектирования огромное значение имеет подготовка технического задания, в котором необходимо указать полный перечень требований к разрабатываемому объекту, выделить показатели качества, наиболее важные критерии оптимизации.

К необходимым требованиям научно-технической продукции можно отнести функциональные показатели (показатели назначения), показатели надежности, показатели технологичности, стандартизации и унификации, эргономичности и экологичности, эстетичности, экономичности и т.д.

Актуальное направление ресурсо- и энергосбережения — это создание новых элементов строительных конструкций для массового применения (энергоэффективные ограждающие конструкции, светопрозрачные ограждения), которые обладают повышенным уровнем тепловой защиты.

Применение таких новых видов строительных элементов должно позволить снизить стоимость, улучшить качество, увеличить скорость возведения. Кроме того, производство таких конструкций должно составить основу строительного производства. Благодаря большой номенклатуре данных элементов конструкций возможно производить вариантное проектирование и выбирать оптимальный результат с заданными свойствами (надежностью, долговечностью, экологичностью, эстетичностью) и отрабатывать конструктивные решения.

Элементы светопрозрачных конструкций являются основным элементом для формирования современного архитектурно-художественного облика застройки.

Одним из возможных вариантов сокращения потерь тепла в зданиях является увеличение теплотехнических качеств окон, наружных остекленных дверей и витражей. В настоящее время российские производители выпускают современные переплеты из различных материалов (ПВХ-профилей, дерева, алюминия, дерево-алюминия).

По объему работ здания со стенами из мелкоштучных материалов (кирпич, мелкие блоки) занимают второе место. В будущем мелкоштучные материалы (кирпич, мелкие блоки) должны с успехом применяться в малоэтажном строительстве при условии разработки конструкций, отвечающих требованиям теплоэффективности жилых зданий.

Здания из монолитного железобетона с использованием системы несъемной опалубки с эффективным утеплителем по своим конструктивным решениям являются стеновыми или каркасными.

Особенно эффективны такие варианты строительства с применением несъемной опалубки при малоэтажном строительстве в районах со сложными инженерно-геологическими условиями. Еще одним преимуществом данного метода является возможность возведения с помощью системы несъемной опалубки в зависимости от выбранных элементов строительства зданий любой этажности.

Кроме нового строительства, одной из важнейших проблем на данный момент и на долгосрочную перспективу является реконструкция и модернизация фонда жилья с учетом его сохранения и применения конструкций для снижения различных расходов (энергопотребления и т.п.).

На сегодняшний день сложилась такая ситуация: жилищный фонд России составляет более 2,8 млрд м², около 2 % из них является ветхим и аварийным, третья часть имеет физический износ более 30 %.

Основным направлением на сегодня можно назвать такие аспекты, как коренная комплексная реконструкция многих районов, изменение их пространственно-планировочной структуры, обновление архитектуры жилых домов, повышение технического качества квартир и инженерного оборудования.

Для массовой реконструкции основными объектами должны стать районы, морально и технически устаревшие по различным параметрам застройки (архитектурно-планировочным и техническим), объекты с однообразной архитектурой.

Основываясь на зарубежном и отечественном опыте реконструкции, можно утверждать, что здание может быть увеличено на 1–2 этажа только за счет расширения (увеличения размеров кухонь и летних помещений), при этом мансарды увеличивают площадь дома примерно на 20–40 %, что уменьшает потери тепла через кровлю на 7–9 % и значительно улучшает архитектурную выразительность всего здания.

В нынешних рыночных условиях очень хорошо прослеживается экономическая эффективность по следующим позициям:

- реконструкция существующего жилья не требует нового участка земли;
- прирост жилой площади происходит на существующих территориях;
- реконструкция является одним из средств гармонизации квартирной структуры в существующих районах;
- благодаря получению новых площадей реконструкция повышает социальную привлекательность жилья как для населения, так и для инвесторов.

За счет реконструкции жилых объектов возможно совершенствовать архитектурно-градостроительные и социальные решения в любых условиях города (в малых, средних и крупных городах).

Однако сразу возникает вопрос: каким образом возможно производить данные изменения? При этом необходимо учесть, что материальные затраты не должны быть слишком велики, нельзя наносить ущерб культурному наследию, необходимо предусмотреть создание для человека соразмерной жилой среды.

Основной задачей при проведении реконструкции жилищного фонда является разработка необходимых стратегических направлений градостроительной и технической политики, благодаря которым возможно обеспечить динамику роста возобновления жилья и устойчивое развитие городов России.

Ресурсосбережение необходимо применять и рассматривать на всех этапах строительства, а именно:

- **при выборе участка строительства** — учитывать все природные условия площадки строительства (природно-климатические, горно-геологические, сейсмические, ландшафтные условия, существование промышленной и коммунальной застройки, пропускную способность инфраструктурных объектов);

- **при разработке проектов**, кроме ориентации на достижение теплозащиты и теплосбережения, — активно применять различные рациональные решения (архитектурно-строительные, ресурсосберегающие технологии, новейшие строительные материалы и конструкции);

- **при производстве строительных материалов и конструкций** — применять новейшие энергоэффективные технологии производства, предусмотреть зарубежный опыт использования промышленных отходов для производства строительных материалов;

- **при ведении строительных и строительномонтажных работ** — использовать современные машины и механизмы для ведения работ, новые технологии и технологические оснастки, предусмотреть научную организацию труда, оптимизацию, логистические потоки, возможность сетевого планирования;

- **при эксплуатации** — снизить энерго-, тепло-, водопотребления в зданиях, при этом необходимо увеличить сроки эксплуатации и ремонта, создать комфортные условия для проживания.

Основными направлениями для ресурсо- и энергосбережения можно указать следующие:

- возможность создания ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий изготовления строительных материалов и конструкций;