

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ю.Н. Доможилов, Э.Л. Кокосадзе, О.В. Колтун,
А.Л. Крыжановский, А.А. Морозенко, А.С. Павлов,
Б.К. Пергаменщик, В.И. Теличенко, Р.Р. Темишев

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве учебника
для студентов, обучающихся по направлению (специальности)
271101 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

*Под редакцией
доктора технических наук, профессора В.И. Теличенко*

М о с к в а 2012

УДК 69.05
ББК 38
Т 31

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.Г. Асмолов*, первый заместитель генерального директора ОАО «Концерн Росэнергоатом»; вице-президент ЗАО «Атомстройэкспорт», заслуженный строитель РСФСР, лауреат премии Совета Министров СССР *Е.А. Решетников*; кандидат технических наук *А.Ф. Требухин*, профессор кафедры экономики и управления в строительстве (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)

Теличенко, В.И. и др.

Т 31 Организация и технология строительства атомных станций : учебник / Ю.Н. Доможилов, Э.Л. Кокосадзе, О.В. Колтун [и др.] ; под ред. В.И. Теличенко ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». — Москва : МГСУ, 2012. — 400 с.: ил.

ISBN 978-5-7264-0671-8

Отражены основные вопросы, связанные с проектированием и возведением отдельных конструкций, зданий и всего комплекса атомных станций, главным образом, с водо-водяными реакторами под давлением.

Основное внимание уделено общим вопросам организации, особенностям управления, решению строительно-монтажных баз, временному энерго-, водо-, газоснабжению. В разделах технологии строительства упор сделан на характерных, особенно важных для атомных станций процессах и объектах: устройство оснований, бетонирование фундаментов, выполнение специальных работ и др. Достаточно подробно представлены схемы механизации при возведении главных корпусов, особенности сооружения массивных железобетонных стен и перекрытий, защитных оболочек и др. Проанализирован отечественный и зарубежный опыт сооружения атомных станций.

Для студентов и аспирантов смежных энергоатомтехнологических специальностей, а также инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

**УДК 69.05
ББК 38**

Текст публикуется в авторской редакции

ISBN 978-5-7264-0671-8

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
<i>Глава 1. Общие вопросы организации строительства</i>	
1.1. Инвестиционный цикл. Предпроектные и проектные работы	8
1.2. Общие вопросы организации строительства АЭС	22
1.3. Проекты организации строительства и производства работ	32
Контрольные вопросы	36
<i>Глава 2. Строительно-монтажные базы</i>	
2.1. Назначение и состав строительно-монтажной базы	37
2.2. Временные здания и сооружения	44
2.3. Компонировка строительно-монтажной базы	56
Контрольные вопросы	70
<i>Глава 3. Временные энерго-, водо-, газоснабжение строительства</i>	
3.1. Временное электроснабжение	72
3.2. Временное теплоснабжение	73
3.3. Временное водоснабжение и канализация, воздухо- и газоснабжение	74
Контрольные вопросы	76
<i>Глава 4. Управление строительством</i>	
4.1. Структура управления	77
4.2. Календарное и сетевое планирование	84
4.3. Зарубежный опыт организации проектов по строительству АЭС	88
Контрольные вопросы	95
<i>Глава 5. Строительные машины и механизмы</i>	
5.1. Общие положения	96
5.2. Машины для земляных работ	97
5.3. Машины и механизмы для бетонных работ	107
5.4. Машины для свайных работ	114
5.5. Строительно-монтажные краны	117
5.6. Транспортные средства	124
Контрольные вопросы	136
<i>Глава 6. Технологии уменьшения деформации основания сооружений АС</i>	
6.1. Уплотнение тяжелыми трамбовками	140
6.2. Методы глубинного уплотнения	143

6.3. Обжатие в области контакта подошвы фундамента с основанием	147
6.4. Инъекционное закрепление грунтов	153
Контрольные вопросы	154
<i>Глава 7. Устройство свайных фундаментов</i>	
7.1. Сваи, свайные фундаменты, плитно-свайные фундаменты	156
7.2. Забивные сваи	159
7.3. Устройство буровых и набивных буровых бетонных и железобетонных свай	161
Контрольные вопросы	166
<i>Глава 8. Работа со специальными защитными бетонами</i>	
8.1. Общие сведения	167
8.2. Обычный тяжелый бетон	168
8.3. Особо тяжелые бетоны	169
8.4. Гидратные бетоны	172
8.5. Борсодержающие бетоны	176
Контрольные вопросы	178
<i>Глава 9. Отделочные и специальные работы</i>	
9.1. Противокоррозионные покрытия	179
9.2. Наливные полы	183
9.3. Выполнение отверстий в железобетонных конструкциях	186
9.4. Сварочные работы	192
Контрольные вопросы	196
<i>Глава 10. Возведение фундаментов</i>	
10.1. Общие положения	197
10.2. Фундамент турбоагрегата	198
10.2.1. Особенности конструкции	198
10.2.2. Бетонирование фундаментной плиты	200
10.2.3. Возведение верхнего строения	205
10.3. Фундаментная плита реакторного отделения	207
Контрольные вопросы	210
<i>Глава 11. Схемы механизации при возведении главных корпусов</i>	
11.1. Принципы выбора схемы механизации	211
11.2. Схемы механизации при возведении главных корпусов с реакторами ВВЭР	213
11.2.1. Библочная компоновка	213
11.2.2. Моноблочная компоновка (унифицированный проект)	216
11.2. 3. Модульная компоновка (современные решения)	225
11.3. Схема механизации при возведении главного корпуса с реактором РБМК	227
Контрольные вопросы	234

<i>Глава 12. Возведение защитных стен и перекрытий</i>	
12.1. Общие сведения	235
12.2. Возведение конструкций в монолитном железобетоне	236
12.3. Возведение конструкции со стальной облицовкой	253
12.4. Конструкции с листовой арматурой	264
12.5. Сборномонолитные конструкции	267
12.5.1. Общие сведения	267
12.5.2. Возведение конструкций с плоским плитами несъемной опалубки	269
12.5.3. Возведение конструкций с ребристыми плитами несъемной опалубки	276
12.5.4. Возведение конструкций с использованием «фермопакетов»	280
12.5.5. Возведение стен с использованием фибробетонной несъемной опалубки	281
12.6. Бетонирование	288
Контрольные вопросы	293

<i>Глава 13. Возведение защитных оболочек</i>	
13.1. Принципиальные конструктивные решения	294
13.2. Возведение армометаллических конструкций цилиндрической части железобетонной преднапряженной оболочки	298
13.3. Возведение армометаллических конструкций купольной части железобетонной преднапряженной оболочки	307
13.4. Бетонирование преднапряженной оболочки	316
13.5. Возведение наружной железобетонной оболочки	323
13.6. Преднапряжение железобетонной оболочки	327
Контрольные вопросы	335

<i>Глава 14. Основные подходы к разработке типового проекта атомных станций нового поколения</i>	
14.1. Мотивация к разработке нового проекта	337
14.2. Основные показатели оценки качества строительных решений в проектах АЭС	340
14.3. Разработка нового унифицированного проект АЭС с ВВЭР мощностью 1255 МВт (ВВЭР-ТОИ)	341
14.4. Мероприятия по совершенствованию строительной части проекта АС	343
14.4.1. Снижение материалоемкости реакторного здания в результате снижения нагрузок на строительные конструкции	343
14.4.2. Рациональные объемно-планировочные и конструктивные решения	344
14.5. Мероприятия по совершенствованию организации и технологии производства работ на строительстве АЭС	352

14.5.1. Применение индустриальных методов строительства: поточное строительство, использование технологии блочного и совмещенного монтажа	352
14.5.2. Создание временной инфраструктуры в соответствии с требованиями индустриального строительства	358
14.5.3. Применение современных технологий производства деталей заводского изготовления и ведения специальных работ на площадке	364
14.6. Организация подготовительного периода	369
14.7. Организация проектных работ и управление ходом строительства АС на базе 3D-моделирования	372
Контрольные вопросы	372
Приложение. Прогнозирование трудозатрат применительно к частным решениям стен и перекрытий реакторного отделения	375
Литература	394