

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

Ю.В. Шаров, Р.Р. Насыров, Л.К. Осика

**ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ  
ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
СПОСОБОМ ИНЖИНИРИНГА**

Учебное пособие

Рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением  
в системе высшего образования по укрупненным группам  
специальностей и направлений подготовки 13.00.00 «Электро-  
и теплоэнергетика» в качестве учебного издания  
для реализации основных образовательных программ  
высшего образования по направлениям подготовки  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Москва  
Издательство МЭИ  
2020

УДК 69:658.012  
ББК 31.37  
Ш 25

*Утверждено учебным управлением НИУ «МЭИ»  
в качестве учебного издания*

Подготовлено на кафедре электроэнергетических систем

Рецензенты: А.В. Шунтов, докт. техн. наук, проф.;  
А.В. Майоров, канд. техн. наук;  
В.П. Голов, канд. техн. наук, доц.

**Шаров, Ю.В.**

**Ш 25** Инженерное обеспечение строительства объектов электросетевого хозяйства и тепловых электростанций способом инжиниринга: учеб. пособие / Ю.В. Шаров, Р.Р. Насыров, Л.К. Осика. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 412 с.

ISBN 978-5-7046-2295-6

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе подготовки магистров по направлениям «Электроэнергетика и электротехника». Рекомендуется в качестве методического и справочного материала при подготовке магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», при повышении квалификации и профессиональной переподготовке специалистов в области электроэнергетики. Основное назначение учебного пособия – обеспечить целенаправленную подготовку к лекционным и практическим занятиям, помочь студентам в усвоении основных положений курса, научить их пользоваться приемами и методами инжиниринга.

УДК 69:658.012  
ББК 31.37

ISBN 978-5-7046-2295-6

© Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
Глава 1 ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ИНЖИНИРИНГ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, ОБЪЕКТЫ И СУБЪЕКТЫ ИНЖИНИРИНГА .....	12
1.1. Понятийно-терминологический аппарат. Поле определений инжиниринга и инженерной деятельности .....	12
1.2. Объекты инженерной деятельности (инжиниринга) в электроэнергетике .....	22
Резюме .....	30
Глава 2 ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ. ПРЕДПОСЫЛКИ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ФЕНОМЕНА ИНЖИНИРИНГА В РОССИИ ...	35
2.1. Инженерная деятельность и отношения собственности на производственные активы .....	35
2.2. Сильные и слабые стороны инжиниринга как способа решения задач создания и эксплуатации ТС .....	43
Резюме .....	46
Глава 3 .....	49
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛЮЧЕВОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНЖИНИРИНГЕ	
3.1. Разработка и применение моделей технологических систем, зданий, сооружений и объектов электроэнергетики в строительном инжиниринге .....	49
3.2. Цифровые технологии в инжиниринге. Интернет вещей и цифровые двойники кибер-физических систем .....	61

3.3. Создание цифровых двойников объектов электросетевого комплекса на примере разработки тренажера виртуальной реальности трансформаторной подстанции 110 кВ .....	67
3.4. Информационное моделирование в строительстве .....	88
3.5. Технологии управления проектами строительства объектов электроэнергетики .....	94
Резюме .....	108

#### Глава 4

<b>НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ И ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА .....</b>	<b>113</b>
4.1. Законодательство о градостроительной деятельности .....	113
4.2. Принципы организации строительства в России .....	116
4.3. Система государственного строительного надзора в энергетическом строительстве .....	122
4.4. Саморегулирование в строительстве .....	128
4.5. Объекты строительной деятельности и их классификация .....	135
4.6. Субъекты (участники) строительной деятельности, их функции и взаимодействие .....	155
4.7. Общие сведения о системе обеспечения качества в строительстве и организации строительного контроля .....	163
Резюме .....	177

#### Глава 5

<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБЪЕКТАМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ) .....</b>	<b>180</b>
5.1. Сведения об истории технического регулирования и стандартизации в российской электроэнергетике .....	180
5.2. Федеральный закон «О техническом регулировании». Технические регламенты .....	181
5.3. Система стандартизации в Российской Федерации .....	186
5.4. Стандарты организаций, технические условия .....	195

5.5. Международная и межгосударственная стандартизация .....	197
5.6. Регулирование в области метрологии (метрологическое регулирование) .....	199
Резюме .....	202

#### Глава 6

<b>ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ СПОСОБОМ ИНЖИНИРИНГА .....</b>	<b>205</b>
6.1. Инженерные изыскания, подготовка проектной документации. Экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий .....	205
6.2. Сметное нормирование и разработка смет .....	213
6.3. Деловые процессы организации при осуществлении строительства .....	217
6.4. Авторский надзор .....	227
Резюме .....	236

#### Глава 7

<b>ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ .....</b>	<b>240</b>
7.1. Требования заказчика к качеству строительства объектов энергетики и электросетевого хозяйства .....	240
7.2. Технологии проверки качества строительных работ .....	248
7.3. Строительный контроль как инструмент управления рисками при организации строительства объектов электроэнергетики .....	257
7.4. Оценка качества и объемов выполненных работ .....	263
7.5. Оценка соответствия использованных строительных материалов требованиям проектной документации .....	286
7.6. Технологии контроля степени механической безопасности зданий и сооружений .....	297
7.7. Оценка соответствия фактических затрат плановым показателям проектной документации .....	315
Резюме .....	319

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	323
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	325
Приложение 1	
Понятийно-терминологический аппарат инжиниринга.	
Стандартизация терминологии .....	325
Приложение 2	
Перечень нормативных документов, регулирующих отношения в сфере организации строительства и строительного контроля.....	328
Приложение 3	
Понятия и определения, связанные с видами предпроектной, проектной документации для строительства, конструкторской документации и документации для создания автоматизированных систем.....	377
Приложение 4	
Принятые условные сокращения.....	400
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	407

## ВВЕДЕНИЕ

В Общероссийском классификаторе специальностей по образованию<sup>1</sup> (ОКСО), который является документом по стандартизации Российской Федерации, среди направлений подготовки высшего образования – бакалавриата, магистратуры и специалитета – имеется область образования «Инженерное дело, технологии и технические науки<sup>2</sup>» (код области 2).

В состав этой области входят, среди прочих, укрупненные группы «Электро- и теплоэнергетика» (код 13) и «Техника и технологии строительства» (код 08). Согласно определению укрупненной группы, совокупность компетенций, приобретенных в результате получения высшего образования и обеспечивающих постановку и решение определенных профессиональных задач, в «Электро- и теплоэнергетике» и «Технике и технологии строительства» не совпадают и, следовательно, не учитываются в соответствующих федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) высшего образования, а также в профессиональных стандартах, утверждаемых Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации.

В практической же деятельности специалисты высшего уровня квалификации (инженеры), получившие образование в области электро- и теплоэнергетики, постоянно сталкивались, сталкиваются и будут сталкиваться с необходимостью решать комплексные задачи, связанные с техникой и технологией строительства, включая различные аспекты создания и эксплуатации зданий и сооружений [1]. Иными словами, эти сферы деятельности имеют не только общее пограничное пространство, но это пространство, конечно, в определенных пределах, не обладает ярко выраженными границами формальных компетенций.

<sup>1</sup> В ОКСО использован перечень областей образования, установленный Порядком формирования перечней профессий, специальностей и направлений подготовки, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 сентября 2013 г. № 1059.

<sup>2</sup> Координационный совет по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» создан Приказом Минобрнауки России от 22 декабря 2014 года № 1605 «О координационных советах по областям образования».