



**В.Э. ДАРЕВСКИЙ
А.М. РОМАНОВ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СООРУЖЕНИЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ
УСТОЙЧИВОСТЬ
ГРУНТОВЫХ
МАССИВОВ**

**(набережные, берегоукрепления,
подпорные стены,
защита от оползней и др.)**

ОАО «ГИПРОРЕЧТРАНС»

В.Э. ДАРЕВСКИЙ, А.М. РОМАНОВ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ
(набережные, берегоукрепления, подпорные стены,
защита от оползней и пр.)**

**DESIGN OF EARTH RETAINING STRUCTURES
(quays, shore stabilization, retaining walls, protection against
landslides and etc.)**

**МОСКВА
2011**

Из рецензии Института геоэкологии (ИГЭ РАН)

...Выход в печать настоящей работы восполняет остро ощущаемый в настоящее время дефицит технической литературы в этой области инженерной деятельности... Представляется, что книга будет иметь гораздо большее значение, чем просто пособие. Тщательный подбор материала, его умелое структурирование позволяют рассматривать книгу как фундаментальный справочник... Отличительной особенностью книги является отношение к процессу проектирования как к искусству... Это отношение к представленному материалу особенно будет полезно для молодых инженеров и студентов... По этой причине рецензируемая книга станет ценным учебным пособием.

Директор Института геоэкологии РАН, академик **В.И. Осипов**

Из рецензии ГУП «Ленгипроинжпроект»

...Ни в одной из ранее изданных книг не было объединено в одном труде столь обширных сведений в области проектирования и строительства гидротехнических сооружений.

Особенно подробно и детально рассмотрены в книге вопросы, касающиеся расчета общей устойчивости грунтовых массивов (раздел 6) с глубоким анализом и теоретическим обоснованием этих расчетов и рассмотрением используемых в нашей стране основных отечественных и импортных программных средств...

Заслуживает одобрения изложение материала краткими нумерованными абзацами, а также приведенные авторами списки литературы к каждому разделу, в которых можно найти необходимые разъяснения по вопросам данного раздела.

Многообразие рассмотренных в книге вопросов позволяет отнести ее к разделу энциклопедических изданий.

Главный инженер **А.А. Мазко**,
начальник отдела мостов и гидротехнических сооружений **И.Д. Резина**,
главный специалист **А.И. Рубашев**

Из рецензии профессора кафедры водных путей и портовых сооружений МГСУ, канд. техн. наук, члена-корреспондента АВН С.Н. Левачева

...Безусловно, создание такого труда, посвященного взаимодействию сооружений (в первую очередь гидротехнических) с грунтом, следует приветствовать, отметив общую практическую направленность и ценность для реального проектирования в условиях неопределенности статуса существующей государственной нормативной литературы по строительству... При общей положительной оценке... считаю целесообразным высказать ряд замечаний, направленных на улучшение рассматриваемого материала как по существу [*прим. авторов: учтены при редактировании*], так и по форме его представления [*прим. авторов: касающихся структуры, рубрикации и др.*].

Поставленная авторами задача обобщения опыта проектирования водно-транспортных сооружений и, особенно, популяризация современных методов их расчета заслуживает всяческого уважения и поддержки.

Из рецензии зав. кафедрой механики грунтов, оснований и фундаментов МГСУ, заслуженного деятеля науки РФ, профессора, докт. техн. наук З.Г. Тер-Мартirosяна

... Из названия книги следует, что в ней рассматриваются только вопросы устойчивости грунтовых массивов. Такое название ограничивает область ее применения, т.к. в ней рассматриваются также взаимодействия сооружений и грунтовых массивов... Поэтому считаю целесообразным изменить название книги на следующее: «Проектирование сооружений, взаимодействующих с грунтовым массивом»...

Учитывая отсутствие подобных изданий в последние годы, публикация рассматриваемой книги безусловно будет полезна для широкого круга специалистов.

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
Литература к предисловию	12
ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ	
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	14
1.1. Общие положения	14
1.1.1. Нормативные документы и область их применения	14
1.1.2. Ответственность проектировщика	14
1.1.3. Исходные данные для проектирования	15
1.1.4. Класс сооружений	16
1.1.5. Основные размеры причальных и городских набережных	17
1.1.6. Контрольно-измерительная аппаратура	18
Литература к разделу 1.1	19
1.2. Выбор конструкции	20
1.2.1. Общие положения	20
1.2.2. Причальные набережные	22
1.2.3. Городские набережные и подпорные стены	37
1.2.4. Берегоукрепления	44
1.2.5. Противооползневые сооружения	49
1.2.6. Стены камер низконапорных шлюзов	50
Литература к разделу 1.2	50
1.3. Общие требования к конструкциям и материалам	51
1.3.1. Обеспечение надежности	51
1.3.2. Учет особенностей производства работ при возведении, ремонте, реконструкции и разборке	54
1.3.3. Учет сейсмических воздействий	59
1.3.4. Деформационные швы	60
1.3.5. Защита от коррозии и механических разрушений (судами, льдом и др.)	61
1.3.6. Основания	64
1.3.7. Засыпка пазух и насыпи	65
1.3.8. Анкерные и разгрузочные устройства	68
1.3.9. Крепление откосов и склонов	70
1.3.10. Дренажные устройства и защита от выноса грунта	72
1.3.11. Защита дна у набережных	75
1.3.12. Конструктивные элементы для обеспечения требований по технике безопасности	77
1.3.13. Оборудование набережных	78
1.3.14. Оборудование стен камер низконапорных шлюзов	81
1.3.15. Стальные конструкции	81
1.3.16. Бетонные и железобетонные конструкции	86
1.3.17. Деревянные конструкции	91
1.3.18. Учет архитектурных требований	93
1.3.19. Учет суровых природно-климатических условий	96
Литература к разделу 1.3	98
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ СООРУЖЕНИЙ	101
2.1. Общие положения	101

2.2.	Основы расчета	102
2.3.	Расчеты устойчивости	106
2.4.	Расчеты прочности	107
2.5.	Расчеты по деформациям	108
2.6.	Расчеты железобетонных элементов по образованию или раскрытию трещин	111
2.7.	Особенности расчетов при ремонте и реконструкции сооружений	115
2.8.	Использование ПК и требования к программному обеспечению расчетов	115
	Литература к разделу 2	118
3.	ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ	119
3.1.	Общие положения	119
3.2.	Нормативные и расчетные характеристики грунтов	122
3.3.	Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости грунтов	141
	Литература к разделу 3	144
4.	НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ	146
4.1.	Состав и сочетание нагрузок	146
4.2.	Нормативные нагрузки	147
4.2.1.	Вес элементов сооружения	147
4.2.2.	Давление грунта	148
4.2.3.	Нагрузки на территории	149
4.2.4.	Нагрузки от фильтрующей воды	158
4.2.5.	Волновые нагрузки	158
4.2.6.	Ледовые нагрузки	158
4.2.7.	Нагрузки от судов	163
4.2.8.	Нагрузки, вызванные изменением температуры, сейсмические, от взрывов и др.	165
4.3.	Расчетные нагрузки	165
4.4.	Воздействия	167
	Литература к разделу 4	168

ЧАСТЬ 2. РАСЧЕТЫ

5.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА	170
5.1.	Общие положения	170
5.2.	Давление грунта в состоянии предельного равновесия. Расчетные модели	175
5.3.	Определение активного и пассивного давления грунта в условиях плоской задачи вариационным методом	177
5.4.	Определение активного и пассивного давления грунта в условиях плоской задачи в простых случаях	181
5.5.	Определение активного и пассивного давления грунта на отдельно стоящие опоры	192
5.6.	Особенности определения активного и пассивного давления грунта на анкерные плиты	196
5.7.	Определение активного давления грунта на внутренние стены ячеек, параллельные стены и т.п.	197
	Пример 5.1. Определение активного давления грунта на стену у откоса	200
5.8.	Боковое давление грунта в допредельном напряженном состоянии. Общие положения и расчетные модели	201
5.9.	Определение давления грунта в состоянии покоя	201
5.10.	Определение давления грунта на несмещаемые внутренние стены жестких ячеек, параллельные стены и т.п.	203
5.11.	Реактивное и дополнительное реактивное давление грунта	203
	Пример 5.2. Определение реактивного давления грунта на лицевой элемент уголкового элемента с анкером	206
5.12.	Остаточное реактивное давление грунта	207
5.13.	Применение математического программирования	208
5.14.	Учет сейсмических воздействий	211
5.15.	Особенности давления глинистого грунта	216
	Литература к разделу 5	216

6. РАСЧЕТЫ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ	218
6.1. Общие положения	218
6.2. Расчет устойчивости методом ломаных поверхностей скольжения	224
6.3. Расчет устойчивости методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения	227
6.4. Учет сейсмических воздействий	231
6.5. Учет сил сопротивления свай и др.	233
Пример 6.1. Определение силы сопротивления свайного ряда при пересечении его поверхностью скольжения	235
6.6. Особенности расчета для условий пространственной задачи	239
6.7. Расчеты по программам RUST и ROC (проверка равновесия горизонтальных составляющих сил, действующих на сдвигаемый массив грунта)	241
Пример 6.2. Расчет устойчивости по программе RUST-51w	243
6.8. Расчеты по программе kRUST (проверка равновесия моментов сил, действующих на сдвигаемый массив грунта)	252
Пример 6.3. Расчет устойчивости по программе kRUST-51w	252
6.9. Расчеты по программе PLAXIS (конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния системы основание—фундамент—сооружение)	253
Литература к разделу 6	255
7. ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАСЧЕТЫ	256
7.1. Общие положения	256
7.2. Давление фильтрующей воды	257
7.3. Определение напора грунтовой воды у вертикальной стены	262
Пример 7.1. Определение напора грунтовой воды H_d у шпунтовой стены при отсутствии дренажа	267
Пример 7.2. Определение напора грунтовой воды H_d у шпунтовой стены при наличии вертикального дренажа	269
Литература к разделу 7	270
8. РАСЧЕТЫ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	271
8.1. Теплотехнические расчеты	271
Пример 8.1. Приближенный теплотехнический расчет надводной части набережной у открылка	276
8.2. Расчет железобетонных тавровых элементов на неравномерность распределения температуры в сечении	278
Пример 8.2. Расчет железобетонного таврового шпунта на неравномерность распределения температуры в сечении	280
8.3. Анкерные тяги	282
Литература к разделу 8	283
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ НАБЕРЕЖНЫХ ОТ НАВАЛА СУДНА И ЛЕДОВЫХ НАГРУЗОК	284
9.1. Определение усилий от навала судна при подходе к причальной набережной	284
9.2. Определение усилий от ледовых нагрузок	291
Литература к разделу 9	294
10. АНКЕРНЫЕ, ЭКРАНИРУЮЩИЕ И РАЗГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА	295
10.1. Конструкции анкерных, экранирующих и разгрузочных устройств	295
10.2. Расчет анкерных плит	299
10.3. Расчет анкерных стенок и свай	303
10.4. Определение усилий в анкерных тягах в сложных случаях	304
Пример 10.1. Определение усилий в анкерной тяге при зависании на ней грунта	316
10.5. Расчет прочности анкерных тяг из стального проката	318
10.6. Расчет прочности шарнирных узлов	319
10.7. Расчет пружинных и срезных компенсаторов	323
Пример 10.2. Подбор срезного компенсатора	325
10.8. Расчет грунтовых анкеров и элементов их конструкции	326
10.9. Краткий исторический обзор исследований и методов расчета	329
Литература к разделу 10	331

ЧАСТЬ 3. КОНСТРУКЦИИ

11. НАБЕРЕЖНЫЕ И ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ ТОНКОСТЕННЫЕ (ШПУНТОВЫЕ)	334
11.1. Безанкерные конструкции	334
Пример 11.1. Расчет безанкерной шпунтовой причальной набережной	343
11.2. Одноанкерные конструкции.....	347
Пример 11.2. Расчет одноанкерной шпунтовой причальной набережной с использованием программ РОБ - 97 и RUST- 51w	356
11.3. Конструкции с жестким анкерным устройством	363
Пример 11.3. Расчет набережной с жестким анкерным устройством	377
11.4. Конструкции, заанкеренные наклонными сваями	401
11.5. Многоанкерные конструкции из шпунта и типа «стена в грунте»	409
11.6. Двухрядные взаимно заанкеренные конструкции	413
11.7. Конструкции с надстройкой	415
11.8. Конструирование и расчет распределительных поясов и шапочных балок.....	421
11.9. Расчет тумбового массива причальных набережных	423
11.10. Краткий исторический обзор исследований и методов расчета.....	425
Литература к разделу 11.....	430
12. НАБЕРЕЖНЫЕ И ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ ТОНКОСТЕННЫЕ (ПОЛУГРАВИТАЦИОННЫЕ И ГРАВИТАЦИОННЫЕ)	431
12.1. Конструкции уголкового профиля консольные	431
12.2. Конструкции уголкового профиля с внешней и внутренней анкерровкой	438
12.3. Конструкции ячеистые из шпунта, из оболочек большого диаметра и из тонких железобетонных панелей	452
12.4. Конструкции заборчатые (контрфорсные)	465
12.5. Краткий исторический обзор исследований и методов расчета.....	469
Литература к разделу 12.....	471
13. НАБЕРЕЖНЫЕ И ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ МАССИВНЫЕ (ГРАВИТАЦИОННЫЕ)	472
13.1. Конструкции из массивовой кладки	472
13.2. Габионные и другие конструкции с использованием металлических сеток.....	475
13.3. Ряжевые конструкции	481
Литература к разделу 13.....	488
14. НАБЕРЕЖНЫЕ И ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ НА СВАЙНОМ РОСТВЕРКЕ	489
14.1. Сооружения с высоким свайным ростверком	489
14.2. Сооружения с низким свайным ростверком.....	491
Литература к разделу 14.....	492
15. НАБЕРЕЖНЫЕ ИЗ БЛОКОВ ПОВЫШЕННОЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ	493
15.1. Набережные с использованием массивов-гигантов.....	493
15.2. Набережные из блоков, не обладающих плавучестью, устанавливаемых кранами большой грузоподъемности	499
15.3. Набережные и подпорные стены на опускаемых колодцах и кессонах.....	505
Литература к разделу 15.....	507
16. НАБЕРЕЖНЫЕ И ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ У КРУТЫХ СКАЛЬНЫХ СКЛОНОВ	508
Литература к разделу 16.....	510
17. ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ СООРУЖЕНИЯ	511
17.1. Общие положения	511
17.2. Удерживающие сооружения (контрбанкетты, подпорные стены, свайные ряды, шпоны и др.).....	512
17.3. Организация поверхностного стока (открытые дренажи)	513
17.4. Организация подземного стока (закрытые дренажи)	516
17.5. Изменение баланса грунтовых масс	524
17.6. Замена или закрепление слабого грунта	525
Литература к разделу 17.....	527

ЧАСТЬ 4. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. КРАТКИЕ АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДЛЯ ПК, НА КОТОРЫЕ ДАЮТСЯ ССЫЛКИ	530
П1.1. Общая характеристика программ	530
П1.2. Программа RUST-51w	531
П1.3. Программа ROC-1	532
П1.4. Программа kRUST-51w	533
П1.5. Программа PLAXIS	533
П1.6. Программа РОБ-97. Расчет шпунтовых и других подпорных стен	534
П1.7. Программа «Парус-3». Расчет подпорных стен из буронабивных свай и других типов	535
П1.8. Программа расчета угловых подпорных стен на прочность. Версия 4.01	536
П1.9. Пакет программ «Статик 2007». Программа 510. Железобетонная свая	536
П1.10. Пакет программ «Статик 2007». Программа 545. Подпорная стенка углового профиля	537
П1.11. Пакет программ «Статик 2007». Программа 570. Шпунтовая стенка	537
П1.12. Программы для проектирования габионных сооружений GAWAC.R2, MACSTARS 2000, MACRA-1 и - 2	537
П1.13. Пакет программ WALL-3	538
Литература к приложению 1	539
Приложение 2. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ ТИПОВОЙ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ВЫПУЩЕННОЙ ИНСТИТУТОМ ГИПРОРЕЧТРАНС	540
Приложение 3. АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ	546
ПЗ.1. Причины аварийных ситуаций и неэкономичных проектных решений, вызванных ошибками при проектировании	546
ПЗ.2. Оползень в Ульяновском речном порту	549
ПЗ.3. Оползень на трассе газопровода при пересечении им р. Северной Двины в районе г. Котласа	551
ПЗ.4. Оползни на трассе газопровода при пересечении им р. Камы в районе г. Сарапула	551
ПЗ.5. Аварийная ситуация на склоне р. Пехорки в г. Железнодорожный	553
Литература к приложению 3	553
Приложение 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРУНТА И СООРУЖЕНИЙ ..	554
П4.1. Общие положения	554
П4.2. Модельные исследования тонких подпорных стен в лаборатории Гипроречтранс	556
П4.3. Исследования несущей способности вертикальных анкерных плит на полигоне в г. Находка	559
П4.4. Натурные исследования набережной с жестким анкерным устройством в г. Кимры	561
П4.5. Натурные исследования одноанкерной шпунтовой набережной в г. Нижнекамске	562
П4.6. Натурные исследования ячеистой набережной в пос. Хлебниково Московской области	563
П4.7. Натурные исследования одноанкерной шпунтовой набережной в г. Надыме	563
П4.8. Заключение	564
Литература к приложению 4	565
Приложение 5. КРАТКИЙ ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	566
Приложение 6. ПЕРЕЧЕНЬ ИЛЛЮСТРАЦИЙ	574
Приложение 7. ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	588
ЦВЕТНАЯ ВКЛЕЙКА. ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ И НАБЕРЕЖНЫЕ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ	I
1. Санкт-Петербург и окрестности	I
2. Москва	XVI
3. Провинциальные города России	XX
4. Западная Европа	XXV
5. Центральная и Восточная Азия	XLV

О книге и авторах. Настоящая книга является пособием по проектированию. Она включает рекомендации по расчету и конструированию вновь строящихся и реконструируемых, традиционных и современных откосных, гравитационных и тонкостенных (шпунтовых и др.) конструкций подпорных стен, причальных и городских набережных, берегоукреплений и противооползневых сооружений. Подробно рассмотрены вопросы определения давления грунта и воды, устойчивости естественных склонов, откосов и сооружений, учета сейсмических и температурных воздействий, особенностей строительства в экстремальных условиях и др. Большое место отведено конструктивным требованиям, учитывающим современный опыт проектирования и строительства.

В книгу включены в переработанном виде материалы из современной нормативной, справочной и научно-технической литературы, а также рекомендации, составленные на основе исследований, выполненных в ОАО «Гипроречтранс». Помещен разнообразный справочный материал. Приведены примеры расчетов.

Рекомендации настоящей книги учитывают и развивают положения СНиП 52-01-2003 [1], СНиП 33-01-2003 [2], СНиП 2.01.07-85* [3], СНиП 2.06.07-87 [4], СНиП 2.06.15-85 [5], СНиП II-7-81* [6], СНиП 2.02.01-83 [7], СНиП 2.02.02-85 [8], СНиП 22-02-2003 [9] и других документов и распространяются на проектирование вновь строящихся и реконструируемых причальных и городских набережных и берегоукреплений на внутренних водных путях и водоемах (при проектировании набережных на морях и приморских окончаниях рек следует учитывать требования к морским гидротехническим сооружениям [10 и др.]), подпорных стен, откосов, противооползневых сооружений и пр.

В книге использованы не потерявшие актуальность материалы Пособия по проектированию причальных набережных СН-РФ 54.1-85 [11], в разработке которого участвовали, помимо авторов настоящей работы, инженер В.А. Есиновский, канд. техн. наук Ю.М. Фёдоров, инженеры Г.А. Глинка, М.А. Орлова, И.А. Шифрина, (Гипроречтранс) Г.А. Дёмина (Ленгипроречтранс) и др., а также Руководства по количественной оценке с помощью ЭВМ общей устойчивости оползнеопасных склонов (окончательная редакция, АО «Гипроречтранс», 1995 г., ответственные исполнители В.Э. Даревский и А.М. Романов), которое получило положительную оценку ведущих научно-исследовательских и проектных организаций нашей страны.

Книга ориентирована в основном на отечественных специалистов, опирается на отечественную нормативную базу и отечественный опыт проектирования. Поэтому мы отказались от библиографии на иностранных языках, хотя и широко использовали иностранную нормативную и другую техническую литературу. Ссылки в основном даны на источники заимствования рекомендаций или на литературу, где имеются более подробные рекомендации, чем в настоящей книге. Кроме того, для расширения кругозора читателя или представления иной точки зрения на отдельные вопросы помещен небольшой список рекомендуемой литературы.

Эта книга была задумана еще в начале 80-х годов прошлого века. К этому времени авторы уже имели богатый опыт проектирования и исследования сооружений, рассматриваемых в настоящем издании. Многие годы мы активно участвовали в разработке ряда глав СНиП [2, 4, 8 и др.] и пособий к ним, сотрудничали с журналами «Механика» и «Водный транспорт», что позволяло знакомиться с новейшей зарубежной литературой. Кроме того, уже был накоплен

опыт разработки программ для ЭВМ. Что-то из нашего опыта в очень урезанном виде вошло в книгу [12]. Многие оказались рассеянными по статьям и докладам, но большая часть — в малодоступных технических отчетах.

Своими учителями, прямыми и косвенными, т.е. теми, кому мы обязаны своими взглядами в рассматриваемой области знаний, прежде всего, мы считаем К. Терцаги, Н.М. Герсевича, М.Н. Гольдштейна, Г.А. Дуброву, Н.Н. Маслова. Большую роль в нашем становлении как специалистов сыграли Б.Ф. Горюнов и В.Б. Гуревич.

Немного истории. Подпорные стены, набережные и берегоукрепления — древнейшие и широко распространенные объекты строительства. Вероятно, они начали возводиться одновременно с переходом древнего человека к оседлому образу жизни. При этом рассматриваемые сооружения в отличие от других объектов строительства являются наиболее консервативными по конструкциям. Свайно-заборчатые стены и стены из сухой каменной кладки, известные с древности, возводятся по сей день. До настоящего времени сохранились и используются древнеримские набережные в Италии, Египте, Германии, Англии. Более сложные ряжевые конструкции возводятся со времен Древней Руси по сей день.

Подпорные стены для организации рельефа, при прокладке дорог и строительстве мостов из сухой и бутовой каменной кладки и кирпича повсеместно возводились в Римской империи, средневековой Европе и Азии. Примером достаточно высокой гравитационной подпорной стены из кирпича и валунов может служить Кремлевская стена в Москве со стороны Александровского сада, построенная в XIV веке.

Из исторических документов известно, что в Новгороде в 1584 г. были построены первые деревянные городские набережные по обоим берегам р. Волхов, просуществовавшие до 1611 г. В XVIII веке в российских городах, и особенно в Петербурге и Москве, были построены набережные, главным образом ряжевые на свайном основании, большой протяженности. Ряжевymi и заборчатыми конструкциями были укреплены берега каналов на Вышневолоцкой и Мариинской системах.

Во второй половине XVIII века началось строительство изумительных по архитектуре гранитных набережных на свайном и ряжевом основании в Петербурге, которое продолжилось и в XIX веке.

Начиная с середины 30-х годов XX века, в связи с бурным ростом городов в нашей стране, началось массовое строительство городских и причальных набережных, а также берегоукреплений на реках и каналах. Оно в основном осуществлялось из монолитного бетона и железобетона и реке из стального шпунта. Прерванное Великой Отечественной войной, оно сразу возобновилось после ее окончания.

Для ускорения строительства и улучшения его качества с конца 50-х годов прошлого века для этого стали внедряться тонкостенные конструкции из сборного железобетона, в том числе предварительно напряженного (шпунтовые, уголковые и др.). Были разработаны многочисленные новые экономичные по расходу материалов конструкции, которые потребовали проведения теоретических и экспериментальных исследований, а также разработки соответствующих методов расчета.

Значительный вклад в эту работу внес Государственный институт проектирования на речном транспорте — Гипроречтранс. В созданном В.Б. Гуревичем и З.Н. Корф отделе «Научных исследований и экспериментального проектирования» многочисленный коллектив сотрудников проводил лабораторные и натурные исследования сооружений (С.Н. Левачев, М.Н. Безруков, А.Г. Матлин, С.А. Малиновский и др.), разрабатывал нормативные документы (Г.И. Желанкин, З.Н. Корф, М.А. Орлова, Г.А. Глинка и др.), создавал типовые проекты конструкций (В.И. Пахомов, А.В. Правдин, Ю.Ф. Горькова и др.), разрабатывал программы для ЭВМ. Активное участие во всех этих работах принимали и авторы настоящей книги.

Хотелось бы упомянуть всех выдающихся специалистов из других проектных и научно-исследовательских организаций, чья деятельность еще в советское время способствовала значительному прогрессу в области строительства подпорных стен и набережных, но по понятным причинам ограничимся очень коротким списком. Это А.Н. Будин (Укргипроречтранс, ЛИВТ), Г.Н. Дёмина (Ленгипроречтранс), С.Н. Курочкин (ЛенморНИИпроект), В.Д. Костюков (ЧерноморНИИпроект, СоюзморНИИпроект, МИВТ), П.И. Яковлев (ОИИМФ), А.Н. Половинкин (ЦНИИС), Б.А. Пинягин (Сибгипроречтранс), В.Х. Гольцман (Гидропроект).

Вторая половина XX столетия ознаменовалась и новыми технологиями строительства. Это и предложенная для строительства в стесненных условиях технология «стена в грунте», и вторая жизнь имеющих более чем столетнюю историю конструкций из сетчатых габионов, и конструкции из армированного грунта. Вновь стало применяться дерево для подпорных стен и набережных в парковых зонах. Над проектировщиком уже не довлеет требование минимизации расхода строительных материалов. Более важными оказываются требования надежности, экологичности, архитектурной выразительности, быстроты проектирования и возведения объекта, снижения трудозатрат на всех этапах проектирования и строительства.

Особенности проектирования сооружений, удерживающих грунтовые массивы. Проектирование таких сооружений в нашей стране обычно осуществляется инженерами-гидротехниками как специалистами, в наибольшей степени владеющими методами механики грунтов, геотехники и гидравлики.

Вице-президент Международного общества по механике грунтов и геотехнике Х. Брандль в большой и исключительно интересной философской статье [13] высказывает близкие авторам настоящей книги мысли. В частности, он отмечает, что «...строительство, в особенности геотехника, — чрезвычайно сложная профессия, требующая гораздо большего мастерства, чем другие специальности... Практически каждый проект скрывает множество неопределенностей и неизвестных составляющих. Поэтому в геотехнике не существует такого понятия, как «абсолютная надежность»... Нельзя избежать остаточных рисков, потому что грунт — самая большая загадка во всей строительной отрасли... Но стандарты надежности не должны понижаться из-за низкого качества материалов или конкуренции на рынке... Комплексные статистические исследования разрушений конструкций показали, что почти все ошибки... происходят от недостатка знаний и квалификации... Риск при строительстве на нестабильных, слабых, неоднородных грунтах и скальных породах гораздо больше, чем в других областях строительной индустрии. Поэтому во многих случаях проектные решения должны корректироваться в процессе строительства (или даже во время эксплуатации сооружения), в частности, с использованием метода наблюдений».

В наше время процесс проектирования в значительной степени автоматизирован. Это относится и к расчету сооружений. При этом часто переоцениваются возможности современной вычислительной техники в ущерб фундаментальным теоретическим знаниям, практическому опыту и инженерной интуиции. «Основными препятствиями на пути прогресса в области геотехники и строительства являются: ...тенденция использования сложных компьютерных программ для проектирования инженерами-программистами (не геотехниками) или геотехниками, не имеющими достаточного практического опыта».

«Часто усложненные расчетные методы претендуют на высокую точность, которая, однако, не достигается. Классическим примером могут служить меры по укреплению неустойчивых откосов, когда параметры прочности грунтов и скальных пород характеризуются большим разбросом, а величины давления поровой воды сложно определить».

Х. Брандль цитирует не устаревшие и в наше время высказывания одного из основоположников механики грунтов К. Терцаги: «Один хорошо описанный случай из практики представляет гораздо большую ценность, чем десять гениальных теорий». Поэтому в настоящей книге

приведены не только основанные на опыте рекомендации, но и анализ нескольких аварийных ситуаций, вызванных ошибками проектировщиков. «...Самый большой ущерб механике грунтов будет нанесен тогда, когда за нее возьмутся чистые теоретики, поскольку усилия таких людей могут подорвать саму ее основу, особенно если они не будут проводить грань между идеализацией и реальностью». В представляемой читателю книге авторы как могли показывали эту грань. «Чем проще и дешевле прибор, тем он лучше подходит для проверки правильности основной теории... Использование дорогих и чувствительных неоправданно до тех пор, пока полностью не исследованы и не поняты свойства того или иного явления, когда начальные данные будут возможно заменить более точными». Наш опыт полностью подтверждает это.

Благодарности. Авторы выражают признательность сотрудникам Гипроречтранс и других организаций, прежде всего Генеральному директору ОАО «Гипроречтранс» В.В. Рудомёткину, директору по проектированию — главному инженеру ОАО «Гипроречтранс» В.Ф. Самарину, начальнику отдела научных исследований и экспериментального проектирования Г.В. Мельнику, начальнику отдела гидротехнических сооружений А.Л. Ренковскому, главному специалисту отдела изысканий М.В. Ткачёвой за содействие в написании и издании настоящей книги, а также инженерам А.В. Муравьёву и М.Р. Полищуку за внимательное прочтение рукописи и помощь в ее оформлении. Считаем также своим долгом выразить глубокую благодарность Техническому директору ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» А.М. Иншакову за предоставленные материалы, а также начальнику отдела мониторинга геологических процессов ТЦ ГМСН ФГУП «Геоцентр-Москва» С.Д. Пигариной за бесценную информацию, квалифицированное рецензирование и обсуждение многих работ авторов, нашедших отражение в настоящей книге.

Литература к предисловию

1. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения проектирования.
2. СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
3. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.
4. СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.
5. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления.
6. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.
7. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений.
8. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений.
9. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.
10. РД 31.31.55-93. Инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений.
11. Проектирование причальных набережных: Пособие к СН-РФ 54.1-85 / Гипроречтранс. М., 1991. Кн. 1—7.
12. Портовые гидротехнические сооружения / В.Б. Гуревич, В.Э. Даревский, В.Ф. Самарин, Ю.М. Федоров. М.: Транспорт, 1992. — 256 с.
13. Брандль Х. Роль инженера-строителя в современном обществе. Этические и философские аспекты. Проблемы и рекомендации // Развитие городов и геотехническое строительство. 2006. № 10. С. 16—46. [СПб.].