



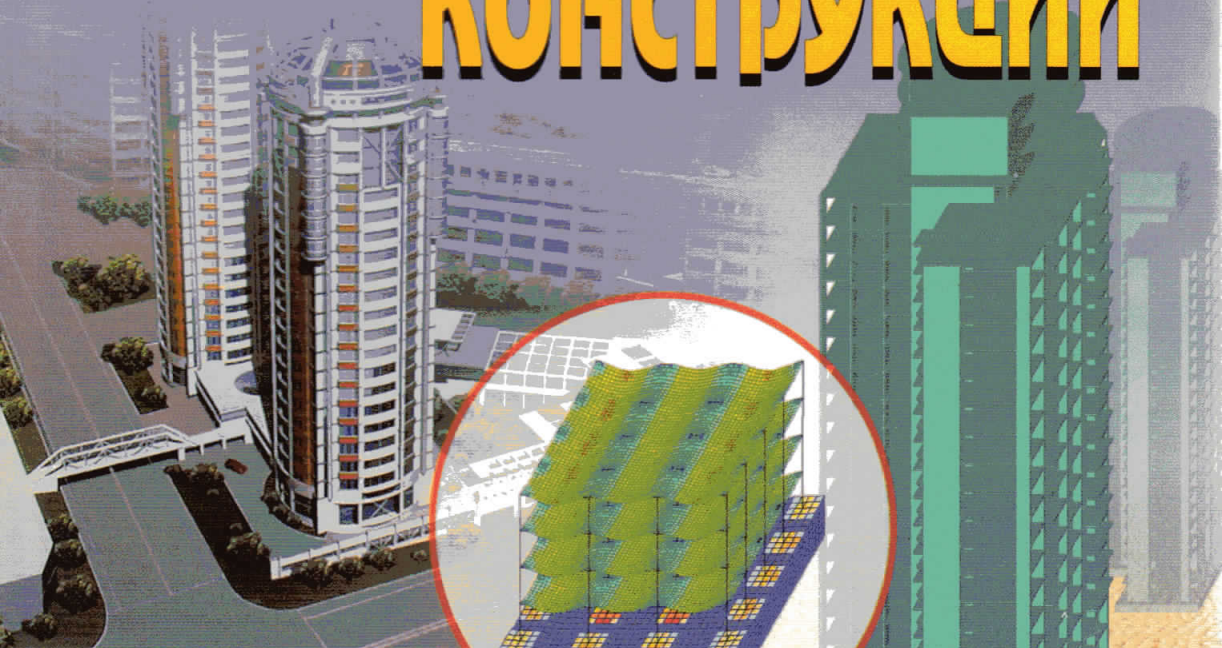
Компьютерные технологии

Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов,
М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский

Компьютерные технологии

проектирования железобетонных

конструкций



Курсовое проектирование

Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов,
М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Курсовое проектирование

Рекомендовано

*Министерством образования и науки Украины
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений*

Киев

Книжное издательство

Национального авиационного университета

2006

УДК 624.012.45:004(075.8)

ББК Н530-02я7

К 634

Тиражировать без официального разрешения НАУ запрещается

Рецензенты

А. С. Городецкий, д-р техн. наук, проф.
(Научно-исследовательский институт
автоматизированных систем управления в строительстве)

А. И. Лантух-Лященко, д-р техн. наук, проф.
(Национальный транспортный университет)

Е. А. Гоцуляк, д-р техн. наук, проф.
(Киевский национальный университет строительства и архитектуры)

*Гриф предоставлен Министерством образования и науки Украины
(Письмо № 14/18.2-506 от 27.02.06)*

*Издание печатается по решению Ученого совета НАУ
Протокол № 10 от 21.12.2005*

Опыт показывает, что отсутствие компьютерной методики проектирования железобетонных конструкций, зданий и сооружений сегодня отрицательно сказывается на учебном процессе, курсовом и дипломном проектировании, а также на работе выпускников вузов на производстве. Поэтому в учебном пособии приведены компьютерные технологии моделирования и численного анализа конструкций в среде программных комплексов ЛИРА и МОНОМАХ при выполнении первого и второго курсовых проектов по железобетонным конструкциям, дающие не только полное представление о расчете конструкций в целом, взаимной увязке элементов, конструктивных решениях, особенностях их расчетных схем, но и служащие практическим руководством по освоению этих программных комплексов.

Учебное пособие предназначено для студентов строительных и транспортных факультетов университетов, инженеров-проектировщиков, аспирантов и научных сотрудников.

© Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов,
М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский, 2006
© НАУ, 2006

ISBN 966-598-284-2

Введение	10
Предисловие	14
Глава 1	
МОДУЛЬ 1. Проблемы компьютерного моделирования при расчете строительных объектов и современные расчетные и конструирующие системы	
1.1. Особенности построения расчетных схем при автоматизированном расчете строительных конструкций, зданий и сооружений	18
1.1.1. Основные принципы моделирования строительных конструкций, зданий и сооружений.	18
1.1.2. Составляющие расчетной схемы и их анализ	22
1.1.3. Возможности библиотеки элементов программного комплекса и их использование для моделирования расчетных схем.	28
1.1.4. Исключение плохой обусловленности разрешающей системы урав- нений	36
1.1.5. Наиболее эффективные приемы, используемые при моделировании расчетных схем	40
1.1.6. Глубина моделирования. Неординарные случаи моделирования ра- счета конструкций с учетом изменения расчетных схем	47
1.1.7. Расчетные сочетания усилий (PCY). Расчетные сочетания нагружен- ний (PCN)	53
1.2. Контроль расчетной схемы зданий и сооружений	57
1.2.1. Средства описания расчетной схемы, используемые для ее контроля	57
1.2.2. Погрешности вычислений и как с ними бороться	58
1.2.3. Одновременное использование нескольких расчетных схем	60
1.2.4. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных	64
1.2.5. Тестирование программного комплекса	66
1.3. Скрытые ошибки при построении расчетных схем и возможности их исключения	67
1.3.1. Ошибки и ловушки при стыковке элементов различной размер- ности	67
1.3.2. Ошибки при сочетании в одной расчетной схеме элементов одина- ковой размерности, но базирующихся на различных теориях	77
1.3.3. Ошибки при аппроксимации геометрической формы и закреплений	81
1.4. Расчеты с учетом физической нелинейности	83
1.4.1. Физическая нелинейность бетона. Модуль деформаций бетона.	83
1.4.2. О постановке нелинейной задачи при расчете железобетонных конструкций, зданий и сооружений	85
1.4.3. Решение систем нелинейных уравнений	86
1.4.4. Пример компьютерного моделирования процесса нагружения железобетонной конструкции в физически нелинейной постановке	94

1.5. Особенности моделирования предварительно напряженных железобетонных конструкций	96
1.5.1. Зависимость напряжений в арматуре от высоты сжатой зоны бетона в стадии разрушения	96
1.5.2. Зависимость напряжений в предварительно напряженной арматуре от высоты сжатой зоны бетона	104
1.5.3. Напряжения в ненапрягаемой арматуре с условным пределом текучести при смешанном армировании	107
1.5.4. Предложения по моделированию предварительного напряжения при автоматизированном расчете	110
1.6. Особенности моделирования ребристых железобетонных перекрытий. . .	112
1.7. Анализ расчета элементов железобетонных конструкций по деформациям	114
1.7.1. Предельно допустимые прогибы	114
1.7.2. Подход к определению деформаций, принятый в нормах проектирования.	116
1.7.2.1. Определение кривизны на участках без трещин в растянутой зоне	116
1.7.2.2. Определение кривизны на участках с трещинами в растянутой зоне	120
1.7.3. Предложения к определению деформаций железобетонных конструкций	139
1.8. Основные школы развития компьютерных технологий расчетных и конструирующих систем.	142
1.9. Современные расчетные и конструирующие системы	147
1.10. Программный комплекс ЛИРА.	151
1.11. Программный комплекс МОНОМАХ	156
1.12. Контрольные вопросы для самостоятельной работы при подготовке к курсовому проектированию	161
1.12.1. Основы сопротивления железобетона.	161
1.12.2. Расчет железобетонных конструкций по первой группе предельных состояний	163
1.12.3. Расчет железобетонных конструкций по второй группе предельных состояний	164
1.12.4. Проектирование строительных конструкций.	165

Глава 2

МОДУЛЬ 2. Компьютерная реализация расчета и проектирования по курсовому проекту № 1 «Многоэтажные здания».	168
2.1. Инструментарий ПК ЛИРА.	169
2.1.1. Рабочие окна программного комплекса	169
2.1.2. Ввод и исполнение команд	172
2.1.2.1. Ниспадающие меню	172
2.1.2.2. Инструменты	179
2.1.2.3. Диалоговые окна	182
2.1.2.4. Режимы работы программного комплекса	184
2.2. Линейный расчет каркаса здания. Пример 1	185
2.2.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	185
2.2.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	191
2.2.2.1. Выбор компонентов расчетной схемы.	193
2.2.2.1.1. Корректировка	195
2.2.2.1.2. Упаковка схемы.	196
2.2.2.1.3. Визуализация модели	198

2.2.2.1.4. Глобальные, местные и локальные координатные оси	201
2.2.2.1.5. Задание связей и шарниров	203
2.2.2.1.6. Задание жесткостных характеристик элементов	205
2.2.2.1.7. Задание внешних статических нагрузок	211
2.2.2.1.8. Информация о компонентах модели	218
2.2.2.2. Расчетные сочетания усилий	221
2.2.2.2.1. Задание расчетных сечений для ригелей	223
2.2.2.3. Выполнение расчета	223
2.2.2.3.1. Нормальное выполнение расчета	223
2.2.2.3.2. Аварийное окончание расчета	225
2.2.2.4. Документирование результатов расчета	226
2.2.2.4.1. Просмотр и анализ результатов расчета	226
2.2.2.4.2. Всплывающее меню ЛИР-ВИЗОР	230
2.2.2.4.3. Графическое отображение модели и результатов расчета	230
2.2.2.4.4. Графический документатор	233
2.2.2.4.5. Интерактивные таблицы	238
2.2.2.4.6. Отчет	243
2.2.2.4.7. Стандартные таблицы	244
2.2.2.4.8. Пояснительная записка	246
2.2.2.5. Итоги	246
2.2.3. Система проектирования железобетонных конструкций ЛИР-АРМ	247
2.2.4. Анализ расчета и армирования колонн	256
2.2.5. Конструирование колонны	262
2.2.6. Анализ расчета и армирования ригеля	269
2.2.7. Конструирование ригеля	269
2.3. Расчет рамы промышленного здания с преднапряженной арматурой в ригелях. Пример 2	273
2.3.1. Исходные данные	273
2.3.2. Задание расчетных сочетаний нагрузок	279
2.3.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	285
2.4. Нелинейный расчет рамы промышленного здания. Пример 3	291
2.4.1. Исходные данные	291
2.4.2. Формирование первой последовательности	297
2.4.3. Формирование второй последовательности	298
2.4.4. Просмотр и анализ результатов расчета	299
2.5. Расчет ребристой плиты перекрытия. Пример 4	309
2.5.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	309
2.5.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	312
2.5.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	319
2.5.3.1. Пояснительная записка	321
2.5.4. Анализ расчета и армирования плиты	323
2.6. Расчет поперечных ребер. Пример 5	324
2.6.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	324
2.6.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	325
2.6.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	328
2.6.4. Анализ расчета и армирования поперечных ребер	331
2.7. Расчет продольных ребер плиты. Пример 6	332
2.7.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	332
2.7.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	333
2.7.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	338
2.7.4. Анализ расчета и армирования продольных ребер	342

2.8. Проектирование монолитного ребристого перекрытия с балочными плитами. Пример 7	342
2.8.1. Указания по проектированию	343
2.8.2. Данные для проектирования и сбор нагрузок	345
2.8.3. Реализация расчета в ПК ЛИРА	351
2.8.4. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	356
2.8.5. Анализ расчета и армирования. Конструирование плиты	361
2.9. Расчет и конструирование второстепенной балки. Пример 8	370
2.9.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	370
2.9.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	371
2.9.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	373
2.9.4. Анализ расчета и армирования второстепенной балки	376
2.9.5. Конструирование второстепенной балки	381
2.10. Расчет и конструирование главной балки. Пример 9	387
2.10.1. Данные для проектирования и сбор нагрузок	387
2.10.2. Реализация расчета в ПК ЛИРА	388
2.10.3. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	391
2.10.4. Анализ расчета и армирования главной балки	392
2.10.5. Конструирование главной балки	403
2.11. Расчет рамы промышленного многоэтажного здания в пространственной постановке. Пример 10	410
2.11.1. Создание расчетной схемы в ПК ЛИРА	410
2.11.3. Пространственная схема. Вариант 2	417
2.11.4. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	427
2.11.5. Пояснительная записка	430
2.11.6. Анализ расчета и армирования	439
2.12. Контрольные вопросы для самостоятельной работы при выполнении первого курсового проекта	440

Глава 3

МОДУЛЬ 3. Компьютерная реализация расчета и проектирования по курсовому проекту № 2 «Одноэтажные промышленные здания с кранами»	443
3.1. Проектирование поперечной рамы многопролетного одноэтажного производственного здания. Пример 11	445
3.1.1. Указания по проектированию.	445
3.1.2. Данные для проектирования и сбор нагрузок	447
3.1.3. Уточнение данных и сбор нагрузок для проектирования предварительно напряженной безраскосной фермы пролетом 18 м	454
3.1.4. Уточнение данных и сбор нагрузок для проектирования железобетонной сегментной фермы пролетом 24 м	456
3.1.5. Реализация расчета в ПК ЛИРА	462
3.1.6. Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	482
3.1.7. Анализ расчета и армирования колонн	490
3.1.8. Анализ расчета и армирование безраскосной фермы	499
3.1.9. Конструирование безраскосной фермы	502
3.1.10. Анализ расчета и армирования сегментной фермы	504
3.1.11. Конструирование сегментной фермы	509
3.2. Проектирование предварительно напряженной ребристой плиты покрытия. Пример 12.	513
3.2.1. Указания по проектированию.	513

3.2.2.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	513
3.2.3.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	515
3.2.4.	Анализ расчета и армирование плиты	520
3.3.	Расчет второстепенного ребра ребристой плиты покрытия. Пример 13	522
3.3.1.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	522
3.3.2.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	523
3.3.3.	Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	526
3.3.4.	Анализ расчета и армирование поперечных ребер	528
3.4.	Расчет продольного ребра ребристой плиты покрытия. Пример 14	530
3.4.1.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	530
3.4.2.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	531
3.4.3.	Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	537
3.4.4.	Анализ расчета и армирование продольных ребер	540
3.5.	Проектирование поперечной рамы однопролетного одноэтажного производственного здания. Пример 15	543
3.5.1.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	543
3.5.2.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	548
3.5.3.	Визуализация результатов расчета	563
3.5.4.	Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	566
3.5.5.	Анализ расчета и армирование колонн	569
3.6.	Расчет предварительно напряженной подкрановой балки пролетом 12 м. Пример 16	578
3.6.1.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	578
3.6.2.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	580
3.6.3.	Визуализация результатов расчета	585
3.6.4.	Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	586
3.6.5.	Анализ расчета и армирование подкрановой балки	589
3.6.6.	Конструирование подкрановой балки	607
3.7.	Расчет фундаментной балки. Пример 17	609
3.7.1.	Данные для проектирования и сбор нагрузок	609
3.7.2.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	611
3.7.2.1.	Создание геометрии схемы	611
3.7.2.1.1.	Вариант затвердевшей кладки на этапе законченного строительства	613
3.7.2.1.2.	Вариант свежееуложенной кладки на этапе возведения	614
3.7.2.2.	Визуализация результатов расчета	615
3.7.3.	Расчет армирования и подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ	617
3.7.4.	Анализ расчета и армирование фундаментной балки	620
3.8.	Расчет фундаментной балки совместно с балкой-стенкой. Пример 18	627
3.8.1.	Реализация расчета в ПК ЛИРА	627
3.8.1.1.	Создание геометрии схемы для варианта затвердевшей кладки на этапе законченного строительства	627
3.8.1.2.	Корректировка схемы с учетом растворного шва	630
3.8.1.3.	Визуализация результатов расчета	632
3.8.2.	Расчет армирования и подбор арматуры в ЛИР-АРМ	637
3.8.3.	Анализ расчета и армирование фундаментной балки	639
3.9.	Проектирование поперечной рамы однопролетного одноэтажного производственного здания в пространственной постановке. Пример 19	643
3.9.1.	Создание геометрической схемы	643
3.9.2.	Задание нагрузок	658
3.9.3.	Просмотр и анализ результатов расчета	661

3.9.4. Расчет армирования и просмотр результатов подбора арматуры в системе ЛИР-АРМ	664
3.10. Проектирование фундаментов поперечной рамы многопролетного одноэтажного производственного здания	667
3.10.1. Составляющие программы ПК МОНОМАХ	668
3.10.2. Программа ФУНДАМЕНТ	670
3.11. Расчет и конструирование фундаментов по оси А (под колонну крайнего ряда). Пример 20	674
3.11.1. Исходные данные	674
3.11.2. Реализация расчета в ПК МОНОМАХ	675
3.11.3. Формирование и просмотр окна «Чертеж фундамента»	679
3.11.4. Анализ расчета, армирования и конструирование фундаментов по оси А	681
3.12. Расчет и конструирование фундаментов по оси Б (под колонну среднего ряда). Пример 21	687
3.12.1. Исходные данные	687
3.12.2. Реализация расчета в ПК МОНОМАХ	688
3.12.3. Анализ расчета, армирования и конструирование фундаментов по оси Б	692
3.13. Контрольные вопросы для самостоятельной работы при выполнении второго курсового проекта	693
<i>Список литературы</i>	694

Приложения

<i>Приложение 1. Задания на курсовое проектирование</i>	698
П.1.1. Курсовой проект № 1. Многоэтажные здания	698
П.1.1.1. Общие методические указания	698
П.1.1.2. Задание на курсовое проектирование	698
П.1.2. Курсовой проект № 2. Одноэтажные промышленные здания с кранами	704
П.1.2.1. Общие методические указания	704
П.1.2.2. Задание на курсовое проектирование	704
П.1.2.3. Рекомендации относительно упрощения расчетов	708
П.1.2.4. Содержание курсового проекта	708
П.1.2.5. Последовательность выполнения проекта	709
П.1.2.6. Компоновка и выбор конструктивного решения здания	709
<i>Приложение 2. Расчет сборных железобетонных колонн, их консолей и стыков.</i> Пример П.2.1	721
П.2.1. Указания по проектированию	721
П.2.2. Данные для проектирования и сбор нагрузок	723
П.2.3. Расчет колонны первого этажа	726
П.2.4. Расчет колонны второго этажа	727
П.2.5. Расчет колонны третьего этажа	728
П.2.6. Расчет колонн четвертого и пятого этажей	729
П.2.7. Расчет стыка колонн	729
П.2.8. Расчет консоли колонны	732
П.2.9. Конструкции, позволяющие разрядить шаг колонн, — подстропильные фермы	734

<i>Приложение 3. Примеры расчета железобетонных конструкций по второй группе предельных состояний.</i>	738
П.3.1. Расчет предварительно напряженной безраскосной фермы пролетом 18 м.	
Пример П.3.1	738
П.3.1.1. Определение напряжений в арматуре нижнего пояса	738
П.3.1.2. Расчет нижнего пояса фермы по второй группе предельных состояний	740
П.3.1.3. Расчет прогибов фермы по предлагаемой методике	742
П.3.2. Проектирование предварительно напряженной ребристой плиты покрытия. Пример П.3.2	755
П.3.2.1. Определение геометрических характеристик поперечного сечения плиты	755
П.3.2.2. Предварительное напряжение арматуры и его потери	757
П.3.2.3. Расчет плиты по образованию трещин	758
П.3.2.4. Расчет плиты по раскрытию трещин	761
П.3.2.5. Определение прогиба плиты по нормативной методике.	762
П.3.2.6. Определение прогиба предварительно напряженной плиты 3 × 12 по предлагаемой методике	763
П.3.3. Расчет предварительно напряженной подкрановой балки пролетом 12 м.	
Пример П.3.3	775
П.3.3.1. Определение предварительного напряжения арматуры и его потерь	775
П.3.3.2. Расчет нормальных сечений по образованию трещин в стадии изготовления	777
П.3.3.3. Расчет нормальных сечений по образованию трещин	778
П.3.3.4. Расчет наклонных сечений по образованию трещин	780
П.3.3.5. Расчет нормальных сечений балки по кратковременному раскрытию трещин	783
П.3.3.6. Расчет по закрытию трещин нормальных сечений к продольной оси балки	785
П.3.3.7. Расчет прогибов балки по нормативной методике	785
П.3.3.8. Расчет прогибов балки по предлагаемой методике.	787
<i>Приложение 4. Примеры выполнения графической части курсовых проектов в среде AutoCAD</i>	791
П.4.1. Конструкции многоэтажных зданий. Схема многоэтажного здания	791
П.4.2. Конструкции одноэтажных промышленных зданий с кранами. Плита ребристая	792
П.4.3. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Колонны А и Б.	794
П.4.4. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Двухветвевая колонна	796
П.4.5. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Сегментная форма.	798
П.4.6. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Безраскосная ферма	799
П.4.7. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Подстропильная ферма	801
П.4.8. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Подкрановая балка	803

<i>Приложение 3. Примеры расчета железобетонных конструкций по второй группе предельных состояний.</i>	738
П.3.1. Расчет предварительно напряженной безраскосной фермы пролетом 18 м.	
Пример П.3.1	738
П.3.1.1. Определение напряжений в арматуре нижнего пояса	738
П.3.1.2. Расчет нижнего пояса фермы по второй группе предельных состояний	740
П.3.1.3. Расчет прогибов фермы по предлагаемой методике	742
П.3.2. Проектирование предварительно напряженной ребристой плиты покрытия. Пример П.3.2	755
П.3.2.1. Определение геометрических характеристик поперечного сечения плиты	755
П.3.2.2. Предварительное напряжение арматуры и его потери	757
П.3.2.3. Расчет плиты по образованию трещин	758
П.3.2.4. Расчет плиты по раскрытию трещин	761
П.3.2.5. Определение прогиба плиты по нормативной методике.	762
П.3.2.6. Определение прогиба предварительно напряженной плиты 3 × 12 по предлагаемой методике	763
П.3.3. Расчет предварительно напряженной подкрановой балки пролетом 12 м.	
Пример П.3.3	775
П.3.3.1. Определение предварительного напряжения арматуры и его потерь	775
П.3.3.2. Расчет нормальных сечений по образованию трещин в стадии изготовления	777
П.3.3.3. Расчет нормальных сечений по образованию трещин	778
П.3.3.4. Расчет наклонных сечений по образованию трещин	780
П.3.3.5. Расчет нормальных сечений балки по кратковременному раскрытию трещин	783
П.3.3.6. Расчет по закрытию трещин нормальных сечений к продольной оси балки	785
П.3.3.7. Расчет прогибов балки по нормативной методике	785
П.3.3.8. Расчет прогибов балки по предлагаемой методике.	787
<i>Приложение 4. Примеры выполнения графической части курсовых проектов в среде AutoCAD</i>	791
П.4.1. Конструкции многоэтажных зданий. Схема многоэтажного здания	791
П.4.2. Конструкции одноэтажных промышленных зданий с кранами. Плита ребристая	792
П.4.3. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Колонны А и Б.	794
П.4.4. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Двухветвевая колонна	796
П.4.5. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Сегментная форма.	798
П.4.6. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Безраскосная ферма	799
П.4.7. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Подстропильная ферма	801
П.4.8. Конструкции одноэтажного промышленного здания с кранами. Подкрановая балка	803

Підп. до друку 19.05.06. Формат 70×100/16. Папір офсет. № 1.
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсет. Ум. друк. арк. 65,65.
Обл.-вид. арк. 74,34. Наклад 2000 пр. Зам. № 06-080.

Книжкове видавництво Національного авіаційного університету
03058, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи (серія ДК, № 977 від 05.07.2002)
Тел. (044) 406-78-33. Тел./факс (044) 406-71-33
E-mail: publish@nau.edu.ua

Друк ФОП Гринчук І. С.
03151, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 94 а
Тел. (044) 490-98-88

К 634 **Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій: Навч. посіб. / Ю. В. Верюжський, В. І. Колчунов, М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерський. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. — 808 с. (Рос. мовою).**

ISBN 966-598-284-2

Досвід показує, що відсутність комп'ютерної методики проектування залізобетонних конструкцій, будівель і споруд сьогодні негативно впливає на навчальний процес, курсове та дипломне проектування, а також на роботу випускників ВНЗ на виробництві. Тому в навчальному посібнику наведено комп'ютерні технології моделювання й числового аналізу конструкцій у середовищі програмних комплексів ЛІРА і МОНОМАХ під час виконання першого і другого курсових проектів із залізобетонних конструкцій, які надають не тільки повне уявлення про розрахунок конструкцій у цілому, взаємну ув'язку елементів, конструктивні рішення, особливості їхніх розрахункових схем, а й слугують практичним керівництвом з опанування цих програмних комплексів.

Навчальний посібник призначений для студентів будівельних і транспортних факультетів університетів, інженерів-проектувальників, аспірантів та наукових співробітників.

УДК 624.012.45:004(075.8)
ББК Н530-02я7

**Компьютерного моделирования
реальных объектов
расчетные и конструирующие системы**

**реализация расчета
по курсовому проекту № 1
«Здания»**

**реализация расчета
по курсовому проекту № 2
«Промышленные здания с кранами»**

