

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ
МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА**

Науково-технічний збірник

**Заснований у грудні 2009 року
виходить двічі на рік**

Випуск № 2(12)

**Присвячується I Міжнародному науково-практичному
конгресу «Міське середовище – XXI сторіччя»**

Київ НАУ 2014

УДК 711.11; 711.112¹

Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / – К.: НАУ, 2014. - Вип. 2 (12). – 499 с.

У збірнику висвітлюються проблеми теорії і практики архітектури, містобудування, територіального планування, будівництва.

Проблемы развития городской среды: Научно-технический сборник/ – К.: НАУ, 2014. - Вып. 2 (12). – 499 с.

В сборнике освещены проблемы теории и практики архитектуры, градостроительства, территориального планирования, строительства.

Головний редактор – Трошкіна О.А., кандидат архітектури;
відповідальний секретар – Степанчук О.В., кандидат технічних наук;
члени колегії: Барабаш О.В., доктор технічних наук, Бевз М.В., доктор архітектури, Белятинський А.О., доктор технічних наук, Бойченко С.В., доктор технічних наук, Верюжський Ю.В., доктор ехнічних наук, Габрель М.М., доктор технічних наук, Лапенко О.І., доктор технічних наук, Дьомін М.М., доктор архітектури, Запорожець О.І., доктор технічних наук, Ключниченко Є.Є., доктор технічних наук, Ковальов Ю.М., доктор технічних наук, Ковальський Л.М., доктор архітектури, Колчунов В.І., доктор технічних наук, Кузнецова І.О., доктор мистецтвознавства, Плоский В.О., доктор технічних наук, Применко В.І., доктор технічних наук, Проскураков В.І., доктор архітектури, Тімохін В.О., доктор архітектури, Чемакіна О.В., кандидат архітектури, Чумаченко С.М., доктор технічних наук.

Рекомендовано до видання вченою радою Національного авіаційного університету, протокол № 2 від 19 лютого 2014 року.

Статті в збірнику подані у авторській редакції

На замовних засадах

ISBN 978-617-7144-83-9

ЗМІСТ

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ 70-80-Х ГОДОВ ХХ ВЕКА Жданова И.В.	3
УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЖИЛОГО ДОМА Прядко Н.В., Шамрина Г.В., Прядко Ю.Н., Руднева И.Н.	14
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ РЕКОНСТРУКЦІ П'ЯТИПОВЕРХОВИХ ГУРТОЖИТКІВ ПІД ЖИТЛО Агєєва Г.М.	23
ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В Г. ОДЕССЕ Дорофеев В.С., Мишутин А.В., Петраш С.В., Шеховцов И.В.	32
РАЦИОНАЛЬНЫЙ УГОЛ НАКЛОНА МАНСАРДНОГО ОКНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ДОМОВ Прядко Н.В., Прядко Ю.Н., Руднева И.Н.	39
СУЧАСНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ Скрєбнєва С.М.	46
ОСНОВНИ ЧИННИКИ, ЩО НЕГАТИВНО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗМІНУ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ ІСТОРИЧНИХ АРЕАЛІВ МАЛИХ МІСТ Ясіньський М.Р.	57
ESTIMATION OF INFLUENCE OF THE BASES AND FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES DURING CONSTRUCTION IN RESTRAINED URBAN CONDITIONS Protchenko K.V., Dangaji J.B.	67
УТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ Лапенко О.І., Тимошенко В.М.	76
РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЇ МЕТАЛЕВОЇ БАЛКИ ЗАТЯЖКОЮ Костира Н.О., Скрєбнєва Д.С.	83

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

РОБОТА ЗІГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЯХ, З'ЄДНАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ СКЛЕЮВАННЯ

Лапенко О.І., Машкова А.І. 91

COMPUTER MODELLING OF STRENGTHENED MONOLITHIC PLANE
OVERLAPPING WITH STEEL PLATE IN THE TENSILE ZONE

Bilokurov P.S. 99

STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BY
COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF CARBON FIBRE

Protchenko K.V., Bilokurov P.S. 109

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ
ІЗ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОНУ

Лапенко О.І., Гришко Г.І. 118

PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE IN CONSTRUCTION

Kalyta A.A. 126

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ АВАРИЙНЫХ ЗДАНИЙ

Должников П.Н., Збицкая В.В. 135

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ,
ПОСТРОЕННОГО ПО ТИПОВОМУ ПРОЕКТУ

Федченко А.И. 143

АНАЛІЗ ЗМІНИ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
КОНСТРУКЦІЙ СИЛОСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ
ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Крюкова О.С. 152

AIRCRAFT-PAVEMENT CLASSIFICATION NUMBER (ACN-PCN)
SYSTEM OF REPORTING

Dangaji J.V. 165

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОЛОН БЕЗКАПІТЕЛЬНО-БЕЗРИГЕЛЬНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СИСТЕМИ БУДІВЕЛЬ

Гарькава О.В., Горіна А.Г., Дмитренко Ю.О., Височин Г.Г. 172

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ (BIM). ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Городецкий А.С., Барабаш М.С., Судак В.С. Печенов С.Л. 181

ВЫРАВНИВАНИЕ КРЕНОВ СООРУЖЕНИЙ И УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ИНЪЕКЦИЕЙ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

Головко С.И. 192

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ С МОНОЛИТНЫМ КАРКАСОМ В САПР САПФИР-ЖБК

Барабаш М.С., Палиенко О.И. 201

МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Фаренюк Г.Г., Хавкин А.К., Калюх Ю.И., Шокарев В.С. 214

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ

Соловей Н.А., Кривенко О.П., Мищенко О.А. 228

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ УЗЛОВ ПРИМЫКАНИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ К ДИАФРАГМЕ

Кирияев П.Н., Гензерский Ю.В., Ромашкина М.А. 236

THE EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH RESULTS FOR POSTS AND PIPELINES COMPOSED BY MULTI-TUBES MADE OF BASALT FIBER

Johni Gigineishvili 247

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Немировская Е.А., Купневич Л.В. 260

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ В
ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ СЕМЕЙСТВА ЛИРА
Максименко В.П., Роман А.А. 268

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ПОТЕРИ
УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ
Кириак К.К. 281

РАСЧЕТ БАЛОК И ПЛИТ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ С
УВЕЛИЧИВАЮЩЕЙСЯ В ПРОЦЕССЕ НАГРУЖЕНИЯ ЖЕСТКОСТЬЮ
Писаревский Б.Ю. 298

ОСОБЕННОСТИ ВИБРОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ ВБЛИЗИ
МЕТРОПОЛИТЕНА
Башинский Я.В. 308

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ С ЖЕСТКОЙ
ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ СИЛОЙ
Кирыязев П.Н., Писаревский Б.Ю. 320

УРАХУВАННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ АВАРИЙ ПРИ
ПРОЕКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД
Першаков В.М., Лисницька К.М. 335

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Жоголев Ю.М. 344

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В
РОЗРАХУНКАХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
Микитенко С.М. 370

ПРИЙОМИ ТА ЗАСОБИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ
ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОСТОРУ МІСЬКИХ ПЛОЩ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА
СОЦІАЛЬНУ ПОВЕДІНКУ ЛЮДИНИ
Трошкіна О.А., Чабан Ю.О. 381

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СУЧАСНОГО ВУЛИЧНОГО ПРОСТОРУ Трошкіна О.А., Сіряк А.О.	389
ОДЕССКИЙ ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ Дорофеев В.С., Мишутин А.В., Петраш С.В., Шеховцов И.В.	398
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВ І ФУНДАМЕНТІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ Костира А.О., Башинська Т.С., Підгайна Г.О.	400
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В РОЗРАХУНКАХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ Микитенко С.М.	403
МОЖЛИВОСТІ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ Із ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Лобзін М.В., Шиндер Ю.В.	406
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАССИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ – «ГИБКИЙ БРАСЛЕТ» ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ ТРАССЫ Мусяненко И.В.	408
ХАРАКТЕРНІ РИСИ ІНТЕР'ЄРІВ СУЧАСНИХ ЯХТ Кузнецова І.О., Шепель Г.В.	411
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИКРОКРЕМНЕЗЁМА НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ Савенков А.И., Баранова А.А.	412
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ СУХОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Гавриш А.М.	421
ДЕКОРАТИВНЫЕ БЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛЯ ГОРОДСКОГО И ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Петричко С.Н.	430

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БІТУМНИХ КОНГЛОМЕРАТІВ,
ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ДОРОЖНИХ І АЕРОДРОМНИХ
ПОКРИТТІВ**

Белятинський А.О., Зеленкова Г.Ф...... 442

**THE SYMBOLISM'S CITY IN THE ARRANGEMENT OF PUBLIC
SPACES FOR EXAMPLE, KONSTYTUCJI 3-GO MAJA SQUARE IN
ŚWIDNIK**

Natalia Kot451

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВУЛИЧНИХ НАСАДЖЕНЬ
ІСТОРИЧНОЇ ЧАСТИНИ М. КИЄВА**

Піхало О.В......485

Наукове видання

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Науково-технічний збірник

Випуск 2 (12)

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Міністерстві юстиції України (серія КВ №15107-3679Р від 01 квітня 2009 року).

Визнаний ВАК України, як наукове фахове видання України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України від 26 січня 2011р. №1-05/1

Адреса редколегії: м. Київ, проспект Космонавта Комарова, 1,
корпус №10, кімната 404
Тел.: 406-75-15.

Комп'ютерна верстка – Олюха Ярослав
Дизайн обкладинки – Мирошнікова Надія

Формат 60×90/16. Тираж 120 пр. Ум. друк. арк.,32,3. Зам. № 158

Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»

01103, Київ, вул. Предславинська, 28

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.

Наукове видання

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Науково-технічний збірник

Випуск 2 (12)

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Міністерстві юстиції України (серія КВ №15107-3679Р від 01 квітня 2009 року).

Визнаний ВАК України, як наукове фахове видання України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України від 26 січня 2011р. №1-05/1

Адреса редколегії: м. Київ, проспект Космонавта Комарова, 1,
корпус №10, кімната 404
Тел.: 406-75-15.

Комп'ютерна верстка – Олюха Ярослав
Дизайн обкладинки – Мирошнікова Надія

Формат 60×90/16. Тираж 120 пр. Ум. друк. арк.:32,3. Зам. № 158

Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»

01103, Київ, вул. Предславинська, 28

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2011 року

УДК: 004.921; 004.942

Барабаш М.С., к.т.н., доц.,
Палиенко О.И., інженер,²²
НАУ, Київ, Україна

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ С МОНОЛИТНЫМ КАРКАСОМ В САПР САПФИР-ЖБК

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые вопросы информационного моделирования зданий с несущим каркасом из монолитного железобетона, на примере реализации в программе САПФИР-ЖБК. Рассматриваются разработанные авторами процедуры динамического контроля проектных решений, принимаемых в режиме интерактивного взаимодействия проектировщика и САПР, на предмет соответствия результатам прочностного расчёта.

Ключевые слова: САПР, монолитный железобетон, несущий каркас, прочностной расчёт, армирование, конструирование, информационное моделирование.

В настоящее время существует ряд программных пакетов, ориентированных на использование в САПР объектов строительства, в которых реализована современная концепция информационного моделирования здания, которую принято называть BIM-технология (от англ. Building Information Modeling). Среди них Archicad, Allplan, Revit, Tekla и другие. Эти программы разработаны зарубежными компаниями и изначально не ориентированы на отечественную нормативную базу, регламентирующую проектирование в строительной отрасли. Кроме того, ни одна из перечисленных программ, кроме Revit, не содержит функциональных модулей для прочностного расчёта и подбора арматуры. Этот недостаток отчасти компенсируется за счёт связки BIM-ориентированных программ с пакетами прочностных расчётов, как например, Revit-Robot [1]. С другой стороны существует ряд программ прочностных расчётов [4], разработанных с учётом отечественных норм, однако не поддерживающих технологию информационного моделирования, например: SCAD, STARK, Microfe.

Компьютерные модели, синтезируемые архитектурными программными комплексами, в основном содержат элементы архитектурной части проекта – форма и

расположение стен, колонн, лестниц, окон, дверей, перегородок, отделка полов, стен и потолков и др. Компьютерные модели, синтезируемые конструктивными программами, естественно, содержат элементы, необходимые для автоматизированного расчета и проектирования конструкций, – топология и геометрия элементов несущих конструкций, сечения и материал несущих конструкций, величина и характер нагрузок, условия опирания и др.

Хотя эти модели отражают различные характерные черты проектируемого объекта, они имеют много общего, и можно предположить, что основой будущих САПР будет компьютерная модель объекта – виртуальный объект, который с максимальной степенью приближения будет отображать проектируемый объект в натуре и, безусловно, содержать информацию, свойственную этим двум моделям.

Особое место занимает программный комплекс ЛИРА-САПР, известный в Украине под торговой маркой МИРАЖ.

При создании технологической линии проектирования и информационного моделирования на базе ПК ЛИРА-САПР основополагающим является принцип открытости и демократичности. Это позволяет коллективам проектировщиков использовать привычные программные средства, с другой стороны, обеспечить получение рабочей конструкторской документации, используя сквозную линию проектирования – от архитектурной модели до рабочего чертежа.

Каркас здания может создаваться в любой архитектурной программе (или же в программе САПФИР). При создании каркаса здания в программе САПФИР конструктивные элементы каркаса сразу реализуются со всеми характеристиками типов сечений в соответствии с

нормами. В свойствах таких элементов (например, колонн) отображаются геометрические характеристики поперечного сечения колонны, тип материала, длина и многое другое. Здесь же можно задать марку бетона (стали) и прочее. Вся эта информация затем автоматически используется в спецификациях. Создавая из конструктивных элементов каркас здания, автоматически создается и расчетная схема. В дальнейшем, задается тип сопряжения в узлах (жесткое, шарнирное), автоматически создаются АЖТ в местах пересечения конструктивных элементов, типы закреплений (граничные условия), прикладываются все действующие на здание нагрузки. Затем аналитическая модель со всей содержащейся в ней информацией передается из САПФИР (САПФИР-КОНСТРУКЦИИ) в расчетное ядро программного комплекса ЛИРА-САПР, где выполняется прочностной расчет здания, анализ напряженно-деформированного состояния конструкций и подбор арматуры в сечениях железобетонных конструктивных элементов несущего каркаса. По завершении расчета все результаты в виде полей арматуры возвращаются в САПФИР для получения рабочих КЖ – чертежей в САПФИР-ЖБК (автоматизированная раскладка арматуры, формирование спецификаций в автоматическом режиме). Таким образом, программный комплекс ЛИРА-САПР поддерживает технологии проектирования, основанные на информационном моделировании здания (ВІМ-технологии) [3].

Методика моделирования железобетонных конструкций в программе САПФИР базируется на концепции дуального представления информационной модели. Эта концепция предполагает одновременную поддержку физической

(архитектурной) и аналитической (конструкторской) модели [2]. Стены, плиты перекрытия, колонны и балки в архитектурной модели представлены объёмными телами. Их визуализация производится с учётом освещённости и текстурированием поверхностей в соответствии с назначенными материалами. Аналитическое представление является результатом идеализации физической модели, направленной на подготовку расчётной схемы для прочностного расчёта и анализа напряжённо-деформированного состояния конструкции. В аналитической модели колонны и балки представлены стержнями, плиты перекрытия и диафрагмы жёсткости – пластинами. Любые корректировки, производимые над физической моделью, находят немедленное отражение в аналитическом представлении. И, наоборот, дополнение и редактирование модели в аналитическом представлении обеспечивает *адекватные изменения в модели физической*.

В программе САПФИР предусмотрены средства для отдельного редактирования аналитической модели, позволяющие осуществить выборочную рассинхронизацию компонентов модели с целью достижения необходимого для прочностного расчёта качества расчётной схемы. Технология проектирования в ПК ЛИРА-САПР предусматривает дополнение информационной модели здания результатами прочностного расчёта и подбора арматуры в сечениях железобетонных элементов несущего каркаса здания. Результаты подбора арматуры графически изображаются в виде цветных мозаик или изополей совместно с изображением опалубочных контуров элементов (плит перекрытий и диафрагм жёсткости). Эта информация используется для формирования проектно-конструкторских

решений в отношении армирования элементов. Решения формируются в автоматическом и в автоматизированном режимах. Автоматическое формирование предварительного решения происходит при помощи программы размещения арматурных стержней в плите перекрытия и диафрагме жёсткости. Решение корректируется проектировщиком в интерактивном режиме. Конструкторское решение может быть полностью сформировано человеком с использованием интерактивных автоматизированных инструментов размещения групп арматурных стержней и отдельных арматурных деталей. В ходе редактирования проекта динамически производится анализ конструкторского решения на предмет соответствия требованиям расчёта. Автоматически учитывается влияние каждой группы стержней и каждого отдельного арматурного стержня на выполнение расчётных требований к армированию. Результаты анализа решения графически отображаются в виде цветовой мозаики, указывающей конструктору участки на плите перекрытия или в теле диафрагмы жёсткости, где требуется дополнительная арматура. При корректировке диаметра, длины или положения стержней, при редактировании шага расположения стержней или их количества в группе динамически производится перерасчёт их влияния и осуществляется динамическая индикация соответствия конструкции расчётным требованиям. Эта функциональность является уникальной. Она присутствует только в ПК МИРАЖ (ЛИРА-САПР)0, что обеспечивается компонентом САПФИР-ЖБК. В приведенной ниже таблице эта функциональная возможность коротко названа «Интеллектуальный анализ решений» (см. табл. 1).

Табл.1. Функциональные возможности современных САПР объектов строительства

	Archi-cad	Allp-lan	Revit-Robot	Tekla	SCAD	STARK	ЛИРА-САПР-САП-ФИР
Поддержка BIM	+	+	+	+	-	-	+
Отечественные нормы	-	-	-	-	+	+	+
Прочностной расчёт	-	-	+	-	+	+	+
Чертежи ЖБК	+	+	+	+	-	-	+
Интеллектуальный анализ решений	-	-	-	-	-	-	+

Другие функциональные возможности, представленные в таблице, означают следующее. Поддержка BIM означает ориентацию САПР на построение и поддержку информационной модели здания [3]. Пункт «Отечественные нормы» означает поддержку в программном обеспечении требований отечественной нормативной базы, регламентирующей проектирование в строительстве. Прочностной расчёт – означает наличие в составе программного комплекса инструментария для расчёта конструкции и анализа напряжённо-деформированного состояния [4], а также подбора арматуры в сечениях в соответствии с требованиями актуальных нормативных документов. Пункт «Чертежи ЖБК» предполагает наличие в составе комплекса инструментария для автоматизированного

формирования, редактирования и выпуска проектно-конструкторской документации разделов КЖ и КЖИ, включая средства 2D-графики и аннотирования.

Сегодня в условиях постоянно повышающихся требований к технико-экономическим показателям проекта, к надёжности и безопасности конструкций, а также с учётом экологической обстановки задачи рационального проектирования приобретают особую **актуальность**. Общие тенденции развития современных САПР и опыт их внедрения убедительно подтверждают эффективность технологий, базирующихся на BIM-подходах к проектированию [1, 6, 8].

Представленные в статье исследования являются дальнейшим развитием BIM-технологии в проектировании объектов строительства. **Новизна** выражается в разработке новых методов информационного моделирования. Разработанные авторами методы применяются для моделирования зданий с несущим каркасом из монолитного железобетона. Эти методы, во-первых, обеспечивают инкапсуляцию результатов прочностного расчёта и подбора арматуры в информационную модель конструктивных элементов несущего каркаса. Во-вторых, эти методы позволяют получить новую функциональность программного комплекса, как-то, графический анализ конструкторских решений с динамической индикацией. В-третьих, на базе приведенной функциональности — предложена методика решения задач проектирования в области синтеза рациональных конструкторских решений армирования железобетонных элементов.

Личный вклад авторов в данное исследование состоит в разработке специализированных методов информационного моделирования, обеспечивающих инкапсуляцию результатов

расчёта в информационную модель здания. Для реализации разработанных методов авторами разработаны алгоритмы и структуры данных, обеспечивающие представление результатов подбора арматуры совместно с пространственной геометрической моделью конструктивных элементов, взаимосвязь компонентов моделей, графический анализ и динамическую индикацию. Алгоритмы реализованы в виде программных модулей, которые обеспечили новую функциональность подсистемы САПФИР-ЖБК – графический анализ конструкторских решений с динамической индикацией – в составе ПК ЛИРА-САПР. Разработана методика решения инженерных задач, связанных с армированием железобетонных элементов несущего каркаса здания, базирующаяся на новой функциональности САПФИР-ЖБК.

Основная идея метода состоит в том, чтобы включить в информационную модель здания результаты прочностного расчёта. При этом возникает первая проблема: модель здания представлена в терминах конструктивных элементов, а результаты расчёта соотнесены с конечными элементами. Возникает задача отображения множества конечных элементов на множество конструктивных элементов. Для решения этой задачи авторами предложен оригинальный алгоритм, выполняющий логическое связывание результатов расчёта с моделями конструктивных элементов.

Вторая проблема связана с тем, что в строительной практике принято выполнять унификацию конструктивных элементов: несколько диафрагм одинаковой конфигурации со сходными требованиями к армированию могут быть объединены под одной маркой. При этом выполняется конструирование прототипа марки, и принятое решение

распространяется на все экземпляры данной марки. Однако разные экземпляры одной марки могут иметь различную разбивку на конечные элементы. Возникает задача унификации результатов прочностного расчёта для конструктивных элементов с различными конфигурациями конечно-элементных сеток. Эта задача решается путём передискретизации результатов с использованием геометрического преобразования пространства на основе развёртки [7].

Методика проектирования с использованием интеллектуального графического анализа принимаемых решений предполагает выполнение проектировщиком следующих операций:

- 1) выбрать ж/б элемент для конструирования;
- 2) включить визуализацию результатов, изучить изополя площади армирования;
- 3) выбрать характеристики фонового армирования;
- 4) разместить участки дополнительного армирования;
- 5) рассмотреть и проанализировать графическую картину соответствия принятого решения требованиям расчёта;
- 6) при необходимости внести коррективы в характеристики фонового и дополнительного армирования;
- 7) получить спецификации и чертежи, отражающие принятое конструкторское решение.

Методика предусматривает итерационный поиск рационального решения: пункты 3, 4, 5, 6 могут повторяться несколько раз. В результате анализа картины, отражающей соответствие конструкторского решения и результатов расчёта, могут быть выявлены тенденции, требующие коррекции характеристик армирования таким образом, что

потребується повторний підбір арматури в сеченнях елементів. По результатам повторного підбору арматури обновляються дані в інформаційній моделі, і актуалізується графічна картина, характеризуюча проектне рішення.

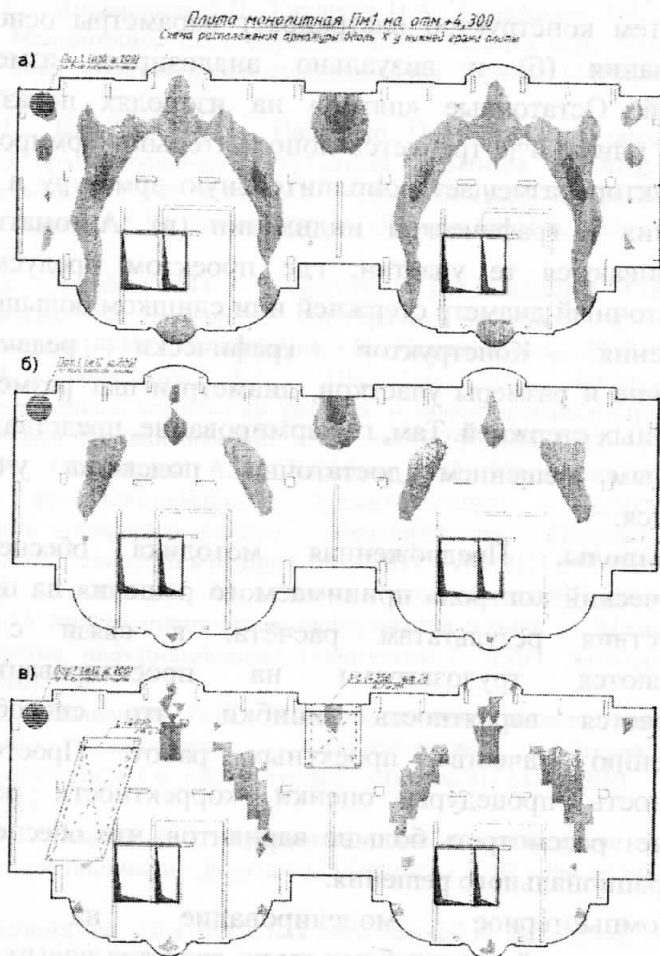


Рис.1. Графічне зображення результатів армування плити перекриття

На рис.1 показаны несколько стадий работы над проектом армирования плиты перекрытия. Сначала конструктор визуально анализирует изополя площади армирования (а) совместно с чертежом опалубочного контура плиты с учётом некоторого значения фоновое армирования.

Затем конструктор настраивает параметры основного армирования (б) и визуально анализирует изменения изополей. Остаточные «пятна» на изополях показывают участки плиты, где требуется дополнительное армирование. Конструктор размещает дополнительную арматуру и видит изменения в графической индикации (в). Автоматически подсвечиваются те участки, где проектом предусмотрен недостаточный диаметр стержней или слишком большой шаг размещения. Конструктор графически редактирует положение и размеры участков, диаметр и шаг размещения арматурных стержней. Там, где армирование, представленное проектным решением достаточно, подсветка участков снимается.

Выводы. Предложенная методика обеспечивает динамический контроль принимаемого решения на предмет соответствия результатам расчёта, в связи с этим сокращаются трудозатраты на проектирование и уменьшается вероятность ошибки, что способствует повышению качества проектных работ. Простота и наглядность процедуры оценки корректности решения позволяет рассмотреть больше вариантов, что обеспечивает выбор рационального решения.

Компьютерное моделирование на основе информационной модели безусловно является новым этапом развития компьютерных технологий в архитектурно-строительном проектировании, так как, помимо интеграции

разнородных по проблематике программ, исключает избыточность, повторный ввод, потерю данных при передаче и преобразовании.

Использованная литература

1. Абраменков Д.Д., Глушков И.А., Кондратьев А.А., Курнаева Ю.Ю., Малиновкина Е.Е., Скрябин Л.Ю., Талапов В.В., Чураков С.С. Revit – опыт архитектурного моделирования. Журнал: CADmaster.- 2008. - №5(45).
2. Барабаш М.С. , Палиенко О.И. Дуальное представление моделей архитектурно-конструктивных элементов в САПР объектов строительства и архитектуры. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов. -Дн-вск: ПГАСА, 2011. - Вып.61. - С.33 – 38.
3. Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Б24 Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР.: Монография. - К.: Изд-во «Сталь», 2012.-485с.
4. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Харьков: НТУ ХПИ, 2003. – 889 с.
5. Городецкий А.С., Барабаш М.С. Концепция интеграции систем автоматизированного проектирования с использованием технологи информационного моделирования. Науково-технічний журнал:Нові технології в будівництві.- 2011. - №1(21) - с.67 – 70.
6. Козлов И. М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // Архитектура и современные информационные технологии // АМІТ: електрон. Журн. 2010. 1(10).
7. Палиенко О.И. Информационная модель армирования диафрагмы жёсткости. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов. -Дн-вск: ПГАСА, 2013. - Вып.69. - с.357 – 361.
8. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий — современное понимание. Журнал: CADmaster.- 2010. - №4 с.114-121

Annotation: This article has been devoted to the methods of building information modeling implemented in SAPFIR-RC software. It applies to building with load-bearing frame of reinforced concrete. We consider the author's procedure for the interactive control of constructive elements

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014

reinforcing in compliance with the results of the strength calculation using finite elements method.

Keywords: CAD, CAE, civil engineering, reinforced concrete, constructive analysis, reinforcing, construction, building information modeling, BIM, finite elements.

Анотація. У статті розглянуто методи інформаційного моделювання будинків з несучим каркасом з монолітного залізобетону, реалізовані в програмному комплексі САПФІР-ЗБК. Розглядаються розроблені автором процедури динамічного контролю проектних рішень, що приймаються в режимі інтерактивної взаємодії проектувальника та САПР, на предмет відповідності результатам розрахунку за методом скінчених елементів.

Ключові слова: САПР, будівництво, розрахунок, монолітний залізобетон, несучий каркас, міцнісний розрахунок, армування, конструювання, інформаційне моделювання.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.