



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автомобильные дороги»

Сборник задач по дисциплине

«Основы САПР мостов и транспортных тоннелей»



Авторы
Углова Е.В.,
Тиратурян А.Н.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Сборник задач предназначен для студентов всех форм обучения направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиль «Автодорожные мосты и тоннели». Предназначены для обучающихся, изучающих дисциплину «САПР мостов и транспортных тоннелей», для выполнения лабораторных работ.

Авторы



д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «АД» Углова Е.В.,



к.т.н., ст. преп. кафедры «АД»
Тиратуриян А.Н.





Оглавление

Введение	4
Лабораторная работа № 1 Ознакомление с возможностями программного комплекса «Лира».....	5
Лабораторная работа № 2 Расчет рамы в программном комплексе «Лира»	8
Лабораторная работа № 3 Формирование таблиц расчетных сочетаний усилий	11
Лабораторная работа № 4 Подбор армирования конструктивных элементов рамы в системе ЛирАРМ	14
Лабораторная работа № 5 Расчет плоской рамы на динамическое воздействие	16
Литература.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Стремительный рост и модернизация строительной отрасли Российской Федерации требуют подготовки специалистов владеющих не только базовыми знаниями, но и ознакомленных с современными аспектами проектирования транспортных сооружений. Целью данного курса является ознакомление обучающихся с современными программными комплексами для проектирования и расчета строительных конструкций. Данный курс составлен на основе методических указаний Н.Н.Бочкарева «Примеры расчета элементов строительных конструкций в программе ЛИРА», выпущенных в 2011 году в Томском государственном архитектурно-строительном университете[1].

В методических указаниях приведены примеры расчета простых строительных конструкций на статические и динамические воздействия. Рассмотрены пример армирования железобетонных элементов. Цель курса – дать обучающимся начальные знания в области расчета строительных конструкций в ПК ЛИРА, которые могут послужить базисом для самостоятельного более полного и детального освоения программных комплексов, реализующих метод конечных элементов, для расчета строительных конструкций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЛИРА»

Программный комплекс ЛИРА® является современным инструментом для численного исследования прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированного проектирования.

Расчет выполняется на статические (силовые и деформационные) и динамические воздействия. Выполняется подбор или проверка сечений стальных и (или) железобетонных конструкций. Выдаются эскизы рабочих чертежей КМ и отдельных железобетонных элементов.

ПК ЛИРА® включает следующие основные функции:

- развитую интуитивную графическую среду пользователя;
- набор многофункциональных процессоров;
- развитую библиотеку конечных элементов, позволяющую создавать компьютерные модели практически любых конструкций: стержневые плоские и пространственные схемы, оболочки, плиты, балки-стенки, массивные конструкции, мембраны, тенты, а также комбинированные системы, состоящие из конечных элементов различной мерности (плиты и оболочки подпертые ребрами, рамно-связевые системы, плиты на упругом основании и др.);
- расчет на различные виды динамических воздействий (вибрационные нагрузки, импульс, удар, ответ-спектр);
- расчет на ветровые нагрузки с учетом пульсации и сейсмические воздействия по нормативам стран СНГ, Европы, Африки, Азии и США;
- конструирующие системы железобетонных и стальных элементов в соответствии с нормативами стран СНГ, Европы и США;
- редактирование баз стальных сортаментов;
- связь с другими графическими и документирующими системами (AutoCAD, Allplan, Stark, ArchiCAD, MSWord, HyperSteel, AdvanceSteel, Vocad, Revit и др.) на основе DXF, MDB, IFC и др. файлов;
- развитую систему помощи, удобную систему документирования;
- возможность изменения языка (русский/английский) интерфейса и/или документирования на любом этапе работы;
- различные системы единиц измерения и их комбинации.

Специализированные процессоры, подключаемые к ПК ЛИРА:

ЛИР-ВИЗОР предоставляет исчерпывающую информацию по всему объекту и по его элементам. ЛИР-ВИЗОР позволяет вести общение с комплексом на русском и английском языках, причем замена языка может осуществляться на любой стадии работы с комплексом. ЛИР-ВИЗОР дает возможность использовать любую действующую систему единиц измерения как при создании модели, так и при анализе результатов расчета.

Система СЕЧЕНИЕ позволяет в специализированной графической среде сформировать сечения произвольной конфигурации, вычислить их осевые, изгибные, крутильные и сдвиговые характеристики. Кроме того, предоставляется возможность вычисления секториальных характеристик сечений, координат центров изгиба и кручения, моментов сопротивления, а также определения формы ядра сечения. При наличии усилий в заданном сечении производится отображение картины распределения текущих, главных и эквивалентных напряжений, соответствующих различным теориям прочности.

РАСЧЕТНЫЙ ПРОЦЕССОР реализует современные усовершенствованные методы решения систем уравнений, обладающие высоким быстродействием и позволяющие решать системы с очень большим числом неизвестных.

В расчетном процессоре содержится обширная БИБЛИОТЕКА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, которая позволяет создавать адекватные расчетные модели практически без ограничений на реальные свойства рассчитываемых объектов. При этом возможны задание линейных и нелинейных законов деформирования материалов, учет геометрической нелинейности с нахождением формы изначально изменяемых систем, а также учет конструктивной нелинейности. Реализованы законы деформирования различных классов железобетона. При расчетах нелинейных задач производится автоматический выбор шага нагружения с учетом его истории. Возможности процессора позволяют смоделировать поведение сооружения в процессе возведения при многократном изменении расчетной схемы.

Система УСТОЙЧИВОСТЬ дает возможность произвести проверку общей устойчивости рассчитываемого сооружения с определением коэффициента запаса и формы потери устойчивости.

Система ЛИТЕРА реализует вычисление главных и эквивалентных напряжений по различным теориям прочности.

Система ФРАГМЕНТ позволяет определить силы воздей-

ствия одного фрагмента рассчитываемого сооружения на другой как нагрузку. В частности, могут быть определены нагрузки, передаваемые наземной частью расчетной схемы на фундаменты.

Конструирующая система ЛИР-АРМ реализует подбор площадей сечения арматуры колонн, балок, плит и оболочек по первому и второму предельным состояниям в соответствии с действующими в мире нормативами. Существует возможность задания произвольных характеристик бетона и арматуры, что имеет большое значение при расчетах, связанных с реконструкцией сооружений. Система позволяет объединять несколько однотипных элементов в конструктивный элемент, что позволяет производить увязку арматуры по длине всего конструктивного элемента. Система может функционировать в локальном режиме, осуществляя как подбор арматуры, так и проверку заданного армирования для одного элемента. По результатам расчета формируются чертежи балок и колонн, а также создаются dxf-файлы чертежей.

Конструирующая система ЛИР-СТК работает в двух режимах – подбора сечений элементов стальных конструкций, таких как фермы, колонны и балки, и проверки заданных сечений в соответствии с действующими в мире нормативами. Допускается объединение нескольких однотипных элементов в конструктивный элемент. Система может функционировать в локальном режиме, позволяя проверить несколько вариантов при конструировании требуемого элемента.

Система СОРТАМЕНТ, которая информационно связана с ЛИР-СТК, позволяет производить редактирование используемой сортаментной базы прокатных и сварных профилей.

Система ДОКУМЕНТАТОР предназначена для формирования отчетов по результатам работы с комплексом. При этом вся информация может быть представлена как в табличном, так и в графическом виде. Табличный и графический разделы необходимой для отчета информации могут быть размещены совместно на специально организуемых для этой цели листах и снабжены комментариями и подписями. Кроме того, табличная информация может быть передана в Microsoft Excel, а графическая – в Microsoft Word. Реализован вывод таблиц в формате HTML.

ПК ЛИРА поддерживает информационную связь с другими широко распространенными САД-системами, такими как AutoCAD, ArchiCAD, HyperSteel, Allplan, ФОК-ПК и др.

ПК ЛИРА располагает широкой системой контекстной справки, содержащей полную информацию обо всех компонентах комплекса, правилах и порядке работы с ними.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

РАСЧЕТ РАМЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ЛИРА»

Необходимо произвести статический расчет плоской рамы. В качестве примера рассматривается плоская рама, приведенная на рисунке 1.

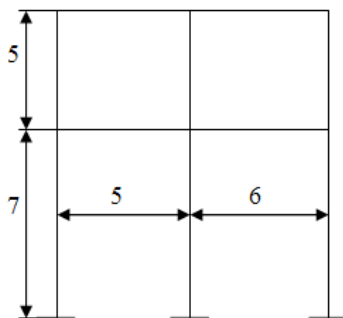


Рис.1 – Схема плоской рамы

Материал отдельных элементов рамы – железобетон марки В30, со следующими механическими параметрами:

Модуль упругости – 30 000 МПа

Коэффициент Пуассона – 0.2

Удельный вес материала – 2.75 тс/м²

Горизонтальные элементы плоской рамы выполнены в тавровом сечении, а вертикальные элементы в прямоугольном (60 см*40 см)

Для приведенной конструкции рамы следует сформировать 4 загрузки:

Два включающие в себя распределенную нагрузку, и два с сосредоточенными нагрузками.

Общий порядок решения представленной задачи:

1. Запуск системы.

Выполнить команды: Пуск / Все программы / Lira 9.6 / ЛИРА

9.6.

2. Создание новой задачи.

В диалоговом окне «Признак схемы» задать имя задачи – «Пример1» и признак схемы – «2».

3. Создание геометрической схемы рамы.

Основы САПР мостов и транспортных тоннелей

В диалоговом окне «Создание плоских фрагментов и сетей» (Схема / Создание/Регулярные фрагменты и сети) активировать закладку «Генерация рамы». Задать шаг конечных элементов (КЭ) и их количество вдоль горизонтальной и вертикальной осей. ВЛИРА 9.6. первая ось – горизонтальная ось X , вторая ось – вертикальная ось Y .

4. Задание граничных условий.

Осуществляется вызов диалогового окна «Показать» (Опции / Флаги рисования) и активируется закладка «Узлы». Активируется опция нумерации узлов рамы.

Посредством выпадающего меню (Выбор / Отметка узлов) выбираются узлы на перемещения которых необходимо наложить ограничения. Узлы окрашиваются в красный цвет. Осуществляется вызов диалогового окна «Связи в узлах» (Схема / Связи) и активируется закладка «Назначить связи», после чего выбранным узлам назначаются граничные условия.

После проведения всех операций узел окрашивается в синий цвет

5. Задание механических параметров элементов плоской рамы.

Вызывается диалоговое окно «Жесткости элементов» (Жесткости / Жесткости элементов). Для присвоения элементу определенного типа сечения в диалоговом окне следует нажать кнопку добавить и выбрав закладку «Стандартные типы сечений», выбрать необходимые типы сечений – брус и тавровое сечение. После чего для выбранных типов осуществляется присвоение геометрических размеров и механических параметров сечения.

Проверить правильность назначения типов жесткостей горизонтальным и вертикальным элементам плоской рамы можно путем вызова диалогового окна «Показать» активировать закладку «Элементы». Установить метку в третьей строке «Типы жесткостей» и нажать кнопку Применить. *На расчетной схеме напротив элементов отобразятся номера типов жесткостей «1» или «2».*

6. Задание нагрузок.

В диалоговом окне «Флаги рисования» следует активировать функцию нумерации элементов, и возможность отображения нагрузки

Нагрузки задаются в диалоговом окне «Задание нагрузок» (Нагрузки / Нагрузки на узлы и элементы). Присутствует возможность задания разнонаправленных сосредоточенных и распределенных нагрузок. В рамках данной лабораторной работы необходимо задать минимум 4 типа загрузки. Два с сосредоточенными

ми нагрузками на узлы и два с распределенными нагрузками на элементы.

7. Запустить задачу на расчет (Режим / Выполнить расчет).

8. Просмотр результатов расчета.

Перейти в режим визуализации результатов (Режим / Результаты расчета).

Вывести на экран деформированную схему (Схема / Деформированная схема).

Вывести на экран эпюры продольных и поперечных сил в элементах плоской рамы.

9. Сохранить задачу (Файл / Сохранить.).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦ РАСЧЕТНЫХ СОЧЕТАНИЙ УСИЛИЙ

Для детального исследования напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и определения критического сочетания усилий в программном комплексе Лиры 9.6 реализовано задание расчетного сочетания усилий (PCY).

Общие правила формирования таблицы PCY следующие:

- параметры расчетных сочетаний задаются для каждого из загружений задачи;
- каждое PCY относится к одному из предусмотренных нормативными документами видов сочетаний;
- реализовано 8 видов загружений, с помощью которых программно обеспечивается их корректная логическая взаимосвязь.

При этом существует возможность учета знакопеременности, взаимоисключения и сопутствия загружений. Каждому из видов загружений присвоен номер [3]:

- (0) – постоянное;
- (1) – временное длительное;
- (2) – кратковременное;
- (3) – крановое;
- (4) – тормозное;
- (5) – сейсмическое;
- (6) – особое (кроме сейсмического);
- (7) – мгновенное;
- (9) – ветровое статическое при учете пульсации ветра.

Эта классификация несколько отличается от нормативной. Так, например, снеговоезагружение или гололед не выделены в отдельную группу. Но пользователь может по своему усмотрению назначить им вид нагружения – либо длительное, либо кратковременное, что и оговорено в нормах.

Параметры PCY включают следующие коэффициенты.

- Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f , которые по умолчанию имеют следующие значения: постоянные загрузки $\gamma_f = 1,1$; временные длительные $\gamma_f = 1,2$; кратковременные $\gamma_f = 1,2$; мгновенные $\gamma_f = 1,4$; особые $\gamma_f = 1,0$.

- Доля длительности ψ_d - коэффициент, показывающий, какая часть нагрузки в нагружении принимается как длительно действующая. По умолчанию генерируются такие значения:

Основы САПР мостов и транспортных тоннелей

постоянное и длительно действующие загрузки $\psi_g = 1,0$; кратковременные $\psi_g = 0,35$; крановые загрузки $\psi_g = 0,6$; прочие загрузки $\psi_g = 0,0$.

– Сопутствующие загрузки. Имеются в виду нагрузки (не более двух), которые могут рассматриваться совместно с основным для данного вида загрузкой. Например, если основными являются вертикальные крановые нагрузки, то сопутствующим будет загрузка горизонтальным тормозным воздействием. Этот параметр РСУ, как и последующие три, введены для учета логических связей между загрузками. Они призваны учесть физический смысл нагрузок и требований, установленных нормами.

– № группы взаимоисключающих загрузок. Этим параметром вводятся ограничения на тезагрузки (параметр – номер загрузки), которые в одно сочетание не могут входить одновременно, например, загрузки «Ветер справа» и «Ветер слева».

На логические связи между загрузками налагаются некоторые ограничения:

а) загрузки видов 0 и 3 не могут быть знакопеременными;

б) объединение загрузок допускается для видов 1, 2, 7;

в) загрузка вида 4 (тормозное) может сопутствовать только загрузке вида 3 (крановое);

г) загрузки видов 1, 2, 5, 6, 7 могут быть объявлены сопутствующими для загрузок 1, 2, 5, 6, 7 в любой комбинации;

д) двойное содействие (содействие одного и того же загрузки двум другим и более) не допускается;

е) никакое сопутствующее загрузка не может быть включено в группы объединения и взаимоисключения;

ж) допускается вводить до 9 групп объединения или взаимоисключения;

з) динамическое загрузка не может быть сопутствующим.

В рамках данной лабораторной работы необходимо составить таблицу расчетных сочетаний усилий для плоской рамы рассчитанной в лабораторной № 2.

Для этого в диалоговом окне «Расчетные сочетания усилий» (Нагрузки / РСУ / Генерация таблицы РСУ) **следует создать 4 группы расчетных сочетаний усилий включающих:**

- **Постоянное (0) – загрузка № 1**
- **Временное длительное (1) – загрузка № 2**
- **Кратковременное (2) – загрузка № 3**
- **Кратковременное (2) – загрузка № 4**

Основы САПР мостов и транспортных тоннелей

После формирования таблицы РСУ следует выделить вертикальные элементы (Выбор / Отметка элементов) плоской рамы и задать количество расчетных сечений $N = 7$ в диалоговом окне «Расчетные сечения» (Схема / Расчетные сечения стержней). Для конструирования изгибаемого элемента требуется вычислить усилия в 7 и более сечениях.

1. Запустить задачу на расчет и перейти в режим визуализации результатов расчета (аналогично «Примеру1»).
2. Определить сечения в горизонтальных элементах плоской рамы с наибольшими напряжениями
3. Сохранить задачу под именем «Пример 2»(Файл / Сохранить.).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПОДБОР АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАМЫ В СИСТЕМЕ ЛИРАРМ

Для выполнения армирования в системе Лира необходимо вызвать ее модуль ЛирАрм, и импортировать «Пример2#00.пример2», сохраненный в предыдущей лабораторной работе.

Данный пример следует сохранить в папке LWork под названием «Пример 3»

1. Задание и выбор материала.

В диалоговом окне материалы (Редактирование / Задание и выбор материала) следует задать тип бетона и арматуры для расчетной схемы рамы.

Для этого в диалоговом окне «Материалы» установить метку «Бетон» и нажать кнопки Добавить умолчание и Назначить текущим. *По умолчанию принимается бетон класса В25.*

В этом же окне установить метку «Арматура» и нажать кнопки Добавить умолчание и Назначить текущим. *По умолчанию принимается арматура класса А-III.*

Далее всем элементам рамы назначаются выбранные материалы.

После присвоения материалов всем элементам рамы необходимо назначить вид элементов (Редактирование / Назначить вид элемента). Вертикальным элементам назначается тип колонна, горизонтальным элементам тип – балка.

2. Запуск расчета армирования по РСУ (Режим / Расчет по РСУ).

3. Назначение конструктивных элементов.

После расчета повторно производится назначение видов элемента (Редактирование / Назначить вид элемента) для горизонтальных и вертикальных конструкций рамы.

4. Формирование таблиц результатов (Результаты / Таблицы результатов для выбранных элементов).

5. Просмотр результатов армирования.

Вывести на экран таблицу «Результаты подбора арматуры» (Результаты / Текстовые файлы / Результаты армирования).

Вывести на экран результаты армирования в виде HTML таблицы (Результаты / Текстовые файлы / Результаты армирования в формате HTML).

6. Вывод на экран чертежа колонны.

Вызвать диалоговое окно «Армирование колонны», вы-

полнив команду Результаты / Конструирование колонны и указав на расчетной схеме стойку рамы, которой в системе ЛирАрм был присвоен конструктивный элемент «Колонна». В этом диалоговом окне нажать кнопку Чертеж. *На экран выводится чертеж стойки рамы.*

7. Вызов чертежа балки в подсистеме БАЛКА (Beam) (Результаты / Конструирование балки / Конструирование и чертеж)
8. Вывести на экран чертеж балки (Результаты / Чертеж).
9. Сохранить задачу (Файл / Сохранить...).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ РАМЫ НА ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

В этом примере показана техника исследования динамических свойств конструкции рамы, сохраненной под именем «Пример 1», которая здесь рассчитывается на сейсмические воздействия и пульсирующую ветровую нагрузку. В примере иллюстрируется следующее: задание параметров для динамического расчета; составление РСУ, включающих динамические нагрузки; визуализация форм колебаний; документирование результатов динамического расчета.

1. Сохранение задачи под новым именем.

Выполнить команды *Windows*: Пуск / Все программы / Lira 9.6 / ЛИРА 9.6.

В диалоговом окне «Открыть» (Файл / Открыть) выбрать файл с именем «Пример1» и нажать на кнопку Открыть.

С помощью команды Файл / Сохранить как вызвать диалоговое окно «Сохранить как» и задать в нем имя задачи и папку, в которую будет сохранена задача. Папка: LData, Имя файла: Пример4.

2. Удаление четвертого нагружения.

В диалоговом окне «Активноезагружение» (Нагрузки / Выбор нагружения) задать номер нагружения 4.

Выделить узлы рамы, к которым приложены нагрузки (Выбор / Отметка узлов). Удалить нагрузки, выполнив команду Нагрузки / Удаление нагрузок. *В этом примере рассматривается только одно ветровое воздействие – нагружение № 3.*

3. Ввод данных для расчета рамы на пульсацию ветра.

Сформировать таблицу учета статическихзагружений, выполнив следующее. В диалоговом окне «Формирование динамическихзагружений из статических» (Нагрузки / Динамика / Учет статических нагружений) задать следующие параметры: «№ динамического нагружения» – 4; «№ соответствующего статического нагружения» – 1; «Коэф. преобразования» – 1. Нажать кнопку Подтвердить. В этом же диалоговом окне указать: «№ динамического нагружения» – 4; «№ соответствующего статического нагружения» – 2; «Коэф. преобразования – 1. Нажать кнопки Подтвердить и Закрыть.

Сформировать таблицу динамическихзагружений выполнив следующее. В диалоговом окне «Задание характеристик для расчета на динамические воздействия» (Нагрузки / Динамика /

Основы САПР мостов и транспортных тоннелей

Таблица динамических загрузжений) задать следующие параметры: «№ загрузки» – 4; «№ строки характеристик» – 1; «Наименование воздействия» – Пульсационное (21); «Количество учитываемых форм колебаний» – 3; «№ соответствующего статического загрузжения» – 3. Нажать кнопку Параметры. В открывшемся диалоговом окне «Параметры расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации» указать: «Ветровой район строительства» – Район 2; «Ширина здания по фронту обдувае- мости поверхности» – 0,5 м; «Длина здания вдоль действия ветра» – 7 м; «Тип местности» – Тип В. Остальные параметры принять по умолчанию и нажать кнопку Подтвердить.

В диалоговом окне «Задание характеристик для расчета на динамические воздействия» нажать кнопку Закрыть.

4. Ввод данных для расчета рамы на сейсмику.

Сформировать таблицу учета статических загрузжений, выполнив следующее. В диалоговом окне «Формирование динамических загрузжений из статических» (Нагрузки / Динамика / Учет статических загрузжений) задать следующие параметры: «№ динамического загрузжения» – 5; «№ соответствующего статического загрузжения» – 1; «Коэф. преобразования» – 1. Нажать кнопку Подтвердить. В этом же диалоговом окне указать: «№ динамического загрузжения» – 5; «№ соответствующего статического загрузжения» – 2; «Коэф. преобразования» – 1. Нажать кнопки Подтвердить и Закрыть.

Сформировать таблицу динамических загрузжений, выполнив следующее. В диалоговом окне «Задание характеристик для расчета на динамические воздействия» (Нагрузки / Динамика / Таблица динамических загрузжений) указать на вторую строку «Сводной таблицы для расчета на динамические воздействия» и задать следующие параметры: «№ загрузки» – 5; «№ строки характеристик» – 2; «Наименование воздействия» – Сейсмическое 01.01.2000 (35); «Количество учитываемых форм колебаний» – 5. Нажать кнопку Параметры. В открывшемся диалоговом окне «Параметры расчета на сейсмические воздействия» указать «Направляющие косинусы равнодействующей сейсм. воздейств. в ОСК» – $CX=1$. Остальные параметры принять по умолчанию и нажать кнопку Подтвердить.

В диалоговом окне «Задание характеристик для расчета на динамические воздействия» нажать кнопку Закрыть.

5. Генерация таблицы РСУ.

В диалоговом окне «Расчетные сочетания усилий» (Нагрузки / РСУ / Генерация таблицы РСУ) установить следующие виды

загружений: 1 – Постоянное (0); 2 – Временное длит. (1); 3 – Кратковременное (2); 4 – Стат. ветр. для пульсации (9); 5 – Сейсмическое (5). Закрыть окно, нажав кнопку Закрыть.

6. Запуск задачи на расчет и переход в режим визуализации результатов расчета (аналогично Примеру 1).

7. Вывод форм колебаний конструкции.

Установить номер текущего нагружения «4» в диалоговом окне «Активное нагружение» (Выбор / Выбор нагружения). *В диалоговом окне активизируется строка «Номер составляющей для динамического нагружения».*

Вывести на экран первую форму колебаний (Схема / Форма колебаний).

Вывести на экран вторую форму колебаний, указав в диалоговом окне «Активное нагружение» (Выбор / Выборзагружения) «Номер формы колебаний» – «2». Нажать кнопку Подтвердить.

Вывод третьей формы колебаний осуществляется аналогично выводу предыдущих двух форм.

Вывод форм колебаний для пятого нагружения осуществляется аналогично четвертому нагружению.

8. Просмотр анимации пятой формы колебаний пятого нагружения.

Установить номер текущегозагружения «5» в диалоговом окне «Активное нагружение» (Выбор / Выбор нагружения) и указать в этом окне «Номер формы колебаний» – 5. Нажать кнопку Подтвердить.

Перейти в режим пространственной модели Вид / Пространственная модель 3D-графика). Открывается окно пространственной модели (SD-графика).

Вывести на экран режим просмотра анимации колебаний, указав в окне «Количество циклов анимации» – 10 (Опции / Количество циклов анимации) и нажав кнопку с пиктограммой «Показать анимацию колебаний» на панели инструментов.

Вернуться в режим визуализации результатов расчета (Вид / Конечноэлементная модель).

9. Создание таблицы периодов колебаний.

В диалоговом окне «Стандартные таблицы» (Окно / Стандартные таблицы) выделить строку «Периоды колебаний» и нажать кнопку Создать.

10. Создание таблицы форм колебаний.

В диалоговом окне «Стандартные таблицы» (Окно / Стандартные таблицы) выделить строку «Формы колебаний» и нажать кнопку Создать. В появившемся окне «Выбор нагружений» оста-



вить активным пункт «Все загрузки» и нажать кнопку Подтвердить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев Н.Н. Примеры расчета элементов строительных конструкций в программе ЛИРА. – Томск: ТГАСУ, 2011.
2. Барабаш М.С., Гензерский Ю.В., Марченко Д.В, Лири 9.2 Примеры расчета и проектирования. – Киев: Факт, 2005.
3. Составление расчётных сочетания усилий в ПК "ЛИРА"
// <http://beton-karkas.ru/> URL: <http://beton-karkas.ru/index.php/component/content/article/69/165-2009-11-01-13-19-10> (дата обращения: 30.10.2015).