

DOI: 10.38054/iaeee-710

УДК 69.059

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПК ЛИРА 10.8 ДЛЯ РАСЧЕТА ЗДАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Э.М. Орозалиев⁽¹⁾, А.В. Колесников⁽²⁾

⁽¹⁾Представитель ООО "ЛИРА софт" в Кыргызстане, lira.soft.kg@gmail.com

⁽²⁾ООО "ЛИРА софт", Россия, г. Москва, heallex@lira-soft.com

Аннотация доклада.

Доклад посвящен возможностям расчета зданий и сооружений на сейсмическое воздействие на программном комплексе ПК ЛИРА 10.8. В докладе рассмотрен пример расчета одного здания двумя методами: спектральным и прямым динамическим методом. Произведено сравнение результатов линейно-спектрального и нелинейного динамического методов расчета на примере здания рамно-связевой конструктивной схемы при землетрясении.

USE OF THE SOFTWARE PACKAGE LIRA 10.8 FOR THE CALCULATION OF BUILDINGS FOR SEISMIC ACTION

Е.М. Orozaliev⁽¹⁾, A.V. Kolesnikov⁽²⁾

⁽¹⁾Representative of LLC "LIRA Soft" in Kyrgyzstan, lira.soft.kg@gmail.com

⁽²⁾LLC "LIRA Soft", Russia, Moscow city, heallex@lira-soft.com

Abstract of the report.

The report is devoted to the possibilities for calculating of buildings and structures for seismic impact with use of the LIRA 10.8 software package. An example for calculation of one building by two methods is considered in this report: the spectral and direct dynamic method. The results of linear-spectral and non-linear dynamic calculation methods are compared on the example of the building with the frame-braced constructive scheme under earthquake.

ИМАРАТТАРДЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТААСИРГЕ ДУУШАР БОЛУУ ПАРАМЕТРЛЕРИН АНЫКТОО УЧУН ПК ЛИРА 10.8 ПРОГРАММАСЫН КОЛДОНУУ

Э.М. Орозалиев⁽¹⁾, А.В. Колесников⁽²⁾

⁽¹⁾"ЛИРА софт" ЖЧКсынын Кыргызстандагы өкүлү, lira.soft.kg@gmail.com

⁽²⁾"ЛИРА софт" ЖЧК, Россия, Москва ш., heallex@lira-soft.com

Баяндаманын кыскача мазмуну

Баяндама ПК ЛИРА 10.8 программалык комплекси аркылуу имараттардын сейсмикалык таасирге дуушар болуу параметрлерин аныктоо мүмкүнчүлүктөрүнө арналган. Баяндамада бир имараттын параметрлерин эки метод: спектралдык жана түздөн-түз динамикалык метод менен аныктоо мисалдары каралат. Жер титирөө учурундагы рамалык-байланыштык конструктивдик схемадагы имараттын мисалында сызыктуу-спектралдык жана сызыктуу

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

эмес динамикалык методдор аркылуу жүргүзүлгөн эсептөөлөрдүн жыйынтыктары салыштырылды.

При расчетах строительных конструкций на акселерограммы используется прямое интегрирование уравнений движения, либо спектральный метод. Метод разложения по собственным формам можно применять только в рамках линейного расчета, так как принцип суперпозиций недействителен в рамках нелинейной теории. Методы же прямого интегрирования носят общий характер и могут применяться для решения всех задач динамического расчета конструкций. Также, в ПК ЛИРА 10.8 реализован нелинейный статический метод (Pushover analysis), с помощью которого можно оценить резервы сооружения за пределами упругой работы. Библиотека конечных элементов позволяет решать динамические задачи с учетом нелинейностей. Прямой динамический метод также реализован и для физически нелинейной задачи.

Расчет на динамические воздействия основан, как известно, на решении системы дифференциальных уравнений

$$M\ddot{\vec{u}}(t) + C\dot{\vec{u}}(t) + K\vec{u}(t) = \vec{q}(t), \quad (1)$$

где M , C , K – соответственно матрицы масс, демпфирования и жесткости системы, $\vec{u}(t)$, $\dot{\vec{u}}(t)$, $\ddot{\vec{u}}(t)$, – векторы узловых перемещений, скоростей и ускорений системы в момент времени t , $\vec{q}(t)$ – вектор внешней нагрузки, соответствующей моменту времени t .

При сейсмическом (кинематическом) воздействии в качестве правой части выступают переносные силы инерции, которые для общего случая записываются в виде

$$\vec{q}(t) = -\sum_{i=1}^3 [M\vec{v}_i u_{g^{lin}}^i(t)] - \sum_{i=4}^6 [M\vec{v}_i u_{g^{rot}}^i(t)], \quad (2)$$

где $u_{g^{lin}}^i(t)$ – ускорения по поступательным степеням свободы, $u_{g^{rot}}^i(t)$ – ускорения по угловым степеням свободы, \vec{v}_i – вектор в котором во всех узлах по текущей степени свободы стоят единицы.

Рассмотрим пример расчета сооружения спектральным и прямым динамическим методом по СНиП КР 20-02:2009. На рис. 1 представлены исходные данные задания сейсмического воздействия спектральным методом.

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Выберите расчетный модуль (58) Сейсмическое воздействие по СНиП КР 20-02:2009 (Кыргызская республика)

Параметры сейсмического воздействия по СНиП КР 20-02:2009 (Кыргызская Республика)

Поправочный коэффициент к инерционным силам 1

Тип сооружения Жилые, общественные

Категория грунта II категория

Сейсмичность площадки строительства 9 баллов

Коэффициент, учитывающий способность здания или сооружения к рассеиванию энергии, принимаемый по табл. 5.6 $K_{\psi} = 1.0$ - здания, не у*

Учет вертикальной составляющей согласно п.5.3.5

Принять произведение коэффициента динамичности на коэффициент, зависящий от формы равным 5.0

Учет крутильной сейсмической нагрузки (приложение E)

Количество этажей в сооружении 3

Коэффициент, учитывающий степень ответственности здания или сооружения, принимаемый по табл. 5.3 $K_1 = 1.0$ - жилые, общ*

Коэффициент reductions, зависящий от особенностей конструктивного решения здания или сооружения, принимаемый по табл. 5.4 $K_2 = 0.30$ - каркасные

Аппликата контура опорной системы здания 0

Меньший размер сооружения в плане 15

Автоматический учет опасного направления сейсмического воздействия

Направляющие косинусы равнодействующей сейсмического воздействия в ГСК

CX 1 CY 0 CZ 0 $CX \cdot CX + CY \cdot CY + CZ \cdot CZ = 1$

рис. 1 параметр сейсмического воздействия при использовании спектрального метода.

Перемещения конструкций при действии сейсмической нагрузки:



2. Сочетание 'User-defined combination'
min=-14.56 (103); max=0 (1)
РСН

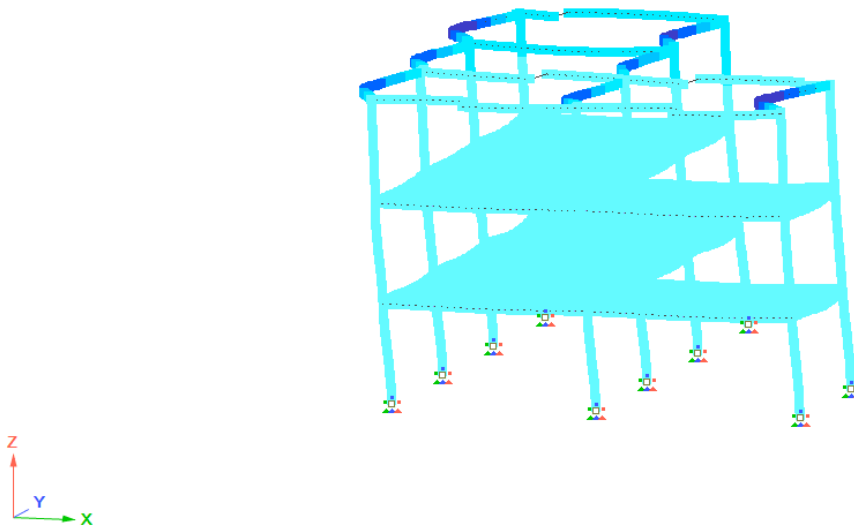


рис. 2 мозаика перемещений.

На рис. 3 изображена акселерограмма Ala Archa, Kyrgyzstan :: (GSN) Global Seismograph Network (IRIS/IDA), которая использовалась при расчете прямым динамическим методом.

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

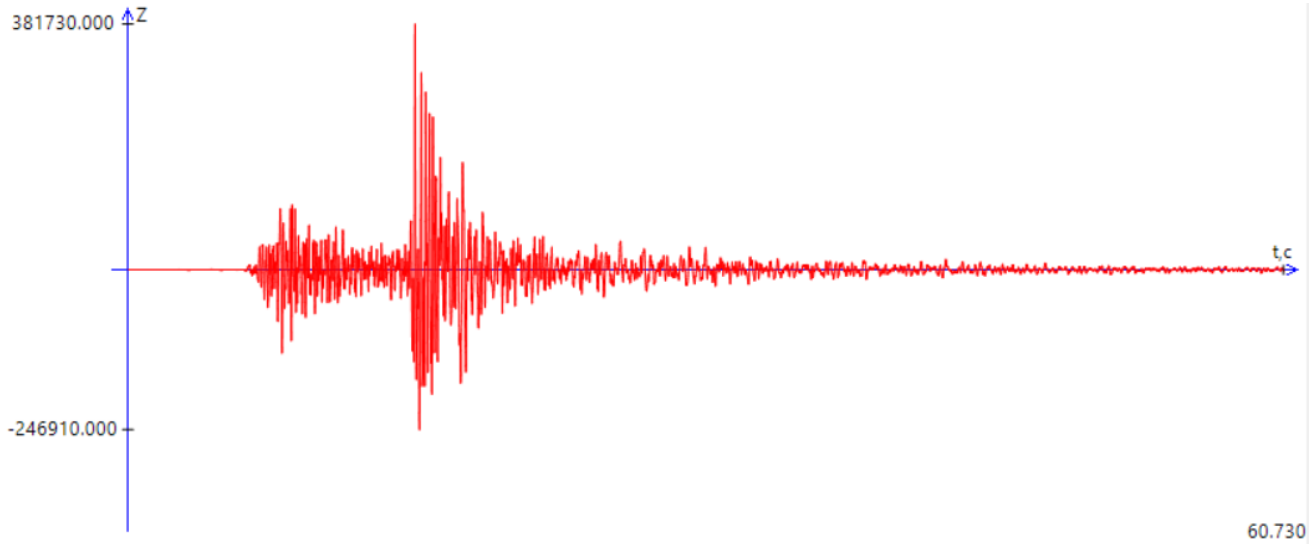


рис. 3 Акселерограмма

В отличие от спектрального подхода, при использовании прямого динамического метода, в каждой точке сооружения можно построить графики ускорения, перемещения и скорости:

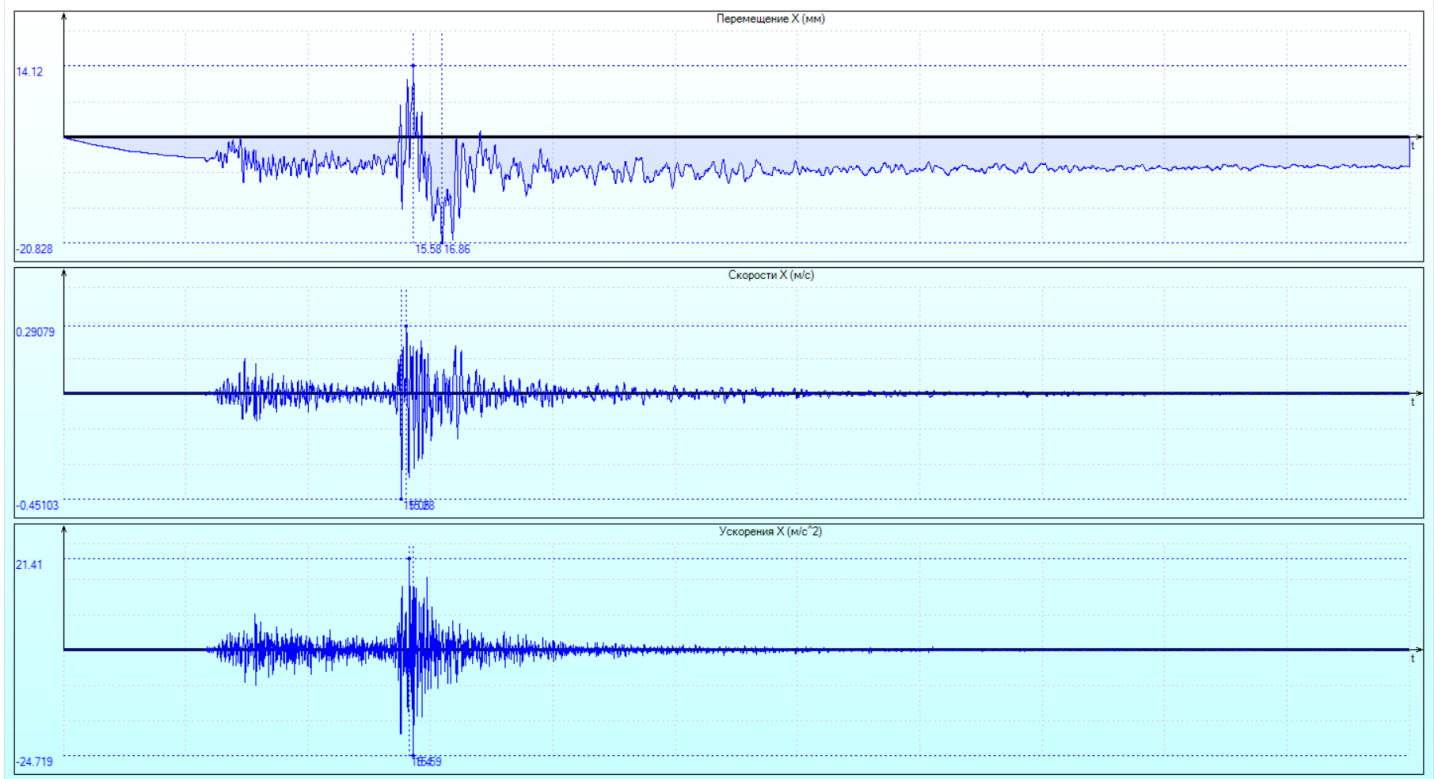


Рис. 4 перемещения, скорости и ускорения верха конструкции

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Результаты сравнения расчетов разными методами показали достаточную сходимость сравниваемых величин: расхождения в перемещении этажей – от 3 до 10 процентов. Расхождения связаны с тем, что при спектральном методе используется график коэффициента динамичности из СНиП КР 20-02:2009, который является огибающей всех возможных спектров воздействия на территории Кыргызской республики, в то время как при использовании акселерограммы – реализуется лишь одна возможная расчетная ситуация со своим единичным спектром воздействия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *СНиП КР 20-02:2009*