

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Теория сооружений и строительных конструкций»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине.

Ф.2 «Современные программно-расчетные комплексы для проектирования  
зданий и сооружений»

Направления подготовки – «08.04.01 *Строительство*»

Профиль 8 «Инновационные конструктивные решения в строительном комплексе»

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 5

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 18

практические занятия - 36

самостоятельная работа – 126

зачет – 3 семестр

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины:

дисциплина «Современные программно-расчетные комплексы для проектирования зданий и сооружений» относится к факультативной части профессионального цикла образовательной программы подготовки специалистов и имеет целью приобретение аспирантом знаний и умений, необходимых для расчета конструкций и их отдельных элементов на прочность, жёсткость и устойчивость с учётом геометрической нелинейности и нелинейного деформирования материалов с использованием современных базовых пакетов программного обеспечения.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение базового программного комплекса ЛИРА, используемого при решении задач строительной механики;
- Изучение структуры базового программного комплекса ЛИРА, используемого при решении задач строительной механики;
- Варианты решения задач строительной механики с использованием программного комплекса ЛИРА.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Современные программно-расчетные комплексы для проектирования зданий и сооружений» находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП, а именно: «Методология современного научного исследования», Методика научного исследования» и «Строительная механика», формирующими соответствующие компетенции.

Для успешного освоения теоретического материала и приобретения практических знаний по дисциплине «Современные программно-расчетные комплексы для проектирования зданий и сооружений» необходим достаточный уровень знаний, умений и компетенций, приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин, указанных выше. Данная дисциплина задает основу для научных исследований, а также позволяет использовать навыки, полученные при изучении таких дисциплин как «Теория упругости», «Теория пластичности и ползучести», «Нелинейная строительная механика».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины «Современные программно-расчетные комплексы для проектирования зданий и сооружений» направлено на формирование у аспирантов следующих компетенций:

использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-5);

умение вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования (ПК-6);

способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности (ПК-7);

Студент должен знать:

- Возможности современного программного комплекса ЛИРА;
- Основные принципы и правила формирования алгоритмов, которые предназначены для последующей реализации на компьютере;
- Математические основы алгоритмизации сложных процессов расчета строительных конструкций, а также владеть методами компьютерного моделирования;
- Основные особенности компьютерных технологий в строительстве;
- Современное программное обеспечение, справочную и нормативную литературу, типичные проекты, каталоги и альбомы, чертежи строительных конструкций;
- Основные тенденции развития компьютерных технологий и практические методы их использования для проектирования конструкций зданий и сооружений (построение расчетных схем в ПК ЛИРА, ПК ЛИРА-САПР);
- Методы использования современного программного обеспечения для расчета и конструирования специальных основных несущих конструктивных элементов зданий и сооружений с применением вариантного проектирования (ПК ЛИРА);
- Основные физико-механические свойства конструктивных материалов, рациональные отрасли применения строительных материалов и конструкций для несущих элементов зданий и сооружений;

Аспирант должен уметь:

- Критически оценивать практические возможности существующих разработок в области автоматизации строительства;
- Пользоваться справочной и нормативной литературой, типичными проектами, каталогами и альбомами, чертежами строительных конструкций зданий и сооружений;
- Усвоить положения нормативной документации, направляющих деятельность строительных служб предприятий;
- Иметь практические навыки расчета и конструирования с использованием современного программного комплекса ПК ЛИРА основных несущих конструктивных элементов зданий и сооружений на основе технико-экономического сравнения вариантов конструкций.

Аспирант должен владеть:

- Современными методами определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах конструкций из нелинейно-упругого и пластического материала при различных воздействиях, с учетом физической и геометрической нелинейности, а также использовать полученные знания

для проверки результатов полученных при использовании базовых пакетов программного обеспечения.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
			Всего	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1	Современный расчетный программный комплекс и система конструирования ПК ЛИРА-САПР. Основные принципы компьютерного моделирования. Составляющие расчетной схемы строительных конструкций зданий и сооружений. Возможности библиотеки конечных элементов ПК ЛИРА-САПР при расчете различных строительных конструкций	4	2	-	-	2
3-4	2	Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Стратифицированная фрагментация). Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Использование супер элементов). Глубина моделирования строительных конструкций зданий и сооружений	4	2	-	-	2

5-6	3	Неординарные случаи моделирования расчета конструкций с учетом изменения расчетных схем, вариация моделей (ПК ЛИРА-САПР). Расчетные сочетания нагрузок (РСН). Расчетные сочетания усилий (РСУ). Локальный режим работы модуля ЛИР АРМ. Методы контроля правильности составления расчетных схем зданий и сооружений (Погрешности вычислений)	4	2	-	-	2
7-8	4	Методы контроля корректности расчетных схем зданий и сооружений (Одновременное использование нескольких расчетных схем). Сравнение расчетных и экспериментальных данных результатов. Скрытые ошибки при стыковке разнотипных конечных элементов при составлении расчетных схем (стержень с плитой, применение жестких вставок и жестких тел ПК ЛИРА-САПР)	4	2	-	-	2

9-10	5	Ошибки при аппроксимации геометрической формы и нагрузок. Ошибки в расчетной схеме при соединении элементов, которые базируются на разнообразных теориях. Текстовые задачи ПК ЛИРА-САПР. Физическая нелинейность бетона. Диаграммы использующиеся в ПК ЛИРА-САПР	4	2	-	-	2
11-12	6	Постановка нелинейной задачи при автоматизированном расчете. Нелинейные уравнения. Шаговая процедура	4	2	-	-	2
13-14	7	Пример компьютерного моделирования процесса нагрузки железобетонных конструкций в ПК ЛИРА-САПР. Особенности расчета железобетонных конструкций (прочность, трещиностойкость)	4	2	-	-	2
15-16	8	Особенности моделирования ребристых железобетонных перекрытий. Смешанное армирование. Моделирование предварительного напряжения при автоматизированном расчете	4	2	-	-	2

17-18	9	Классификация и расчетные схемы зданий для автоматизированного расчета. Дискретно-континуальные и рамно-связевые системы и их расчет. Автоматизированный расчет фундаментов	4	2	-	-	2
Всего:		-	180	18	-	-36	126

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Современный расчетный программный комплекс и система конструирования ПК ЛИРА-САПР. Основные принципы компьютерного моделирования. Составляющие расчетной схемы строительных конструкций зданий и сооружений. Возможности библиотеки конечных элементов ПК ЛИРА-САПР при расчете различных строительных конструкций	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	2	2	Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Стратифицированная фрагментация). Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Использование супер элементов). Глубина моделирования строительных конструкций зданий и сооружений	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
3	2	3	Неординарные случаи моделирования расчета конструкций с учетом изменения расчетных схем, вариация моделей (ПК ЛИРА-САПР). Расчетные сочетания нагрузок (РСН). Расчетные сочетания усилий (РСУ). Локальный режим работы модуля ЛИР АРМ. Методы контроля правильности составления расчетных схем зданий и сооружений (Погрешности вычислений)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
4	2	4	Методы контроля корректности расчетных схем зданий и сооружений (Одновременное использование нескольких расчетных схем). Сравнение расчетных и экспериментальных данных результатов. Скрытые ошибки при стыковке разнотипных конечных элементов при составлении расчетных схем (стержень с плитой, применение жестких вставок и жестких тел ПК ЛИРА-САПР)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

5	2	5	Ошибки при аппроксимации геометрической формы и нагрузок. Ошибки в расчетной схеме при соединении элементов, которые базируются на различных теориях. Текстовые задачи ПК ЛИРА-САПР. Физическая нелинейность бетона. Диаграммы использующиеся в ПК ЛИРА-САПР	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
6	2	6	Постановка нелинейной задачи при автоматизированном расчете. Нелинейные уравнения. Шаговая процедура	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
7	2	7	Пример компьютерного моделирования процесса нагрузки железобетонных конструкций в ПК ЛИРА-САПР. Особенности расчета железобетонных конструкций (прочность, трещиностойкость)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
8	2	8	Особенности моделирования ребристых железобетонных перекрытий. Смешанное армирование. Моделирование предварительного напряжения при автоматизированном расчете	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
9	2	9	Классификация и расчетные схемы зданий для автоматизированного расчета. Дискретно-континуальные и рамно-связевые системы и их расчет. Автоматизированный расчет фундаментов	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
-	<b>18</b>	-	-	-

### 6. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	2	Современный расчетный программный комплекс и система конструирования ПК ЛИРА-САПР. Основные принципы компьютерного моделирования. Составляющие расчетной схемы строительных конструкций зданий и сооружений. Возможности библиотеки конечных элементов ПК ЛИРА-САПР при расчете различных строительных конструкций	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	2	Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Стратифицированная фрагментация). Наиболее эффективные приемы, которые используются при моделировании расчетных схем строительных конструкций (Использование супер элементов). Глубина моделирования строительных конструкций зданий и сооружений	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
3	2	Неординарные случаи моделирования расчета конструкций с учетом изменения расчетных схем, вариация моделей (ПК ЛИРА-САПР). Расчетные сочетания нагрузок (РСН). Расчетные сочетания усилий (PCY). Локальный режим работы модуля ЛИР АРМ. Методы контроля правильности составления расчетных схем зданий и сооружений (Погрешности вычислений)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12



4	2	Методы контроля корректности расчетных схем зданий и сооружений (Одновременное использование нескольких расчетных схем). Сравнение расчетных и экспериментальных данных результатов. Скрытые ошибки при стыковке разнотипных конечных элементов при составлении расчетных схем (стержень с плитой, применение жестких вставок и жестких тел ПК ЛИРА-САПР)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
5	2	Ошибки при аппроксимации геометрической формы и нагрузок. Ошибки в расчетной схеме при соединении элементов, которые базируются на разнообразных теориях. Текстовые задачи ПК ЛИРА-САПР. Физическая нелинейность бетона. Диаграммы использующиеся в ПК ЛИРА-САПР	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
6	2	Постановка нелинейной задачи при автоматизированном расчете. Нелинейные уравнения. Шаговая процедура	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
7	2	Пример компьютерного моделирования процесса нагрузки железобетонных конструкций в ПК ЛИРА-САПР. Особенности расчета железобетонных конструкций (прочность, трещиностойкость)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
8	2	Особенности моделирования ребристых железобетонных перекрытий. Смешанное армирование. Моделирование предварительного напряжения при автоматизированном расчете	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
9	2	Классификация и расчетные схемы зданий для автоматизированного расчета. Дискретно-континуальные и рамно-связевые системы и их расчет. Автоматизированный расчет фундаментов	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
-	18	-	-

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Оценка знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине проводится в форме текущей и итоговой аттестации. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

### **7.1. Формы текущего контроля работы студентов**

1. Вопросы для углубленного самостоятельного изучения (ко всем разделам дисциплины) и собеседования с аспирантом.
2. Дискуссии по тематическим разделам курса.
3. Презентация по научно-исследовательской деятельности.

### **7.2. Порядок осуществления текущего контроля**

Текущий контроль усвоения лекционного материала осуществляется регулярно и представляет собой три вопроса, ответы на которые аспирант должен

дать в результате прослушивания и конспектирования лекций. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформулированных понятий. Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

### **7.3. Итоговая аттестация по дисциплине**

Итоговая аттестация по дисциплине «Программный комплекс ЛИРА, применяемый при решении задач строительной механики» проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» направленности «Строительная механика» – в форме зачета.

#### **Вопросы для зачета**

1. Кинематический и структурный анализ стержневых систем.
2. Основы статического расчета плоских и пространственных стержневых систем.
3. Большепролетные шарнирно-консольные балки.
4. Трехшарнирные арки и рамы.
5. Плоские статически определенные рамы.
6. Действительная и возможная работа внешних сил. Возможная работа внутренних усилий системы.
7. Обобщенные силы и перемещения.
8. Расчет перемещений в стержневых системах. Расчет перемещений методом Мора. Правило О.М. Верещагина. Формулы перемножения эпюр усилий по Верещагину.
9. Общие теоремы строительной механики. Теорема о взаимности работ. Теорема Максвелла о взаимности перемещений. Первая теорема Релея о взаимности реакций. Вторая теорема Релея о взаимности реакций и перемещений.
10. Потенциальная энергия деформации.
11. Теоремы Лагранжа и Кастилиано.
12. Метод перемещений.
13. Алгоритм расчета стержневых систем методом перемещений.
14. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах. Контроль правильности эпюр.
15. Расчет стержневых систем методом сил на изменение температуры и перемещения опорных связей.
16. Матричные алгоритмы расчетов методом сил.
17. Основы динамики сооружений. Виды и характеристики колебаний системы. Виды динамических нагрузок. Построение линий влияния в ПК ЛИРА-САПР. Методы составления уравнений движения.

#### **7.4. Фонд оценочных средств**

Содержание фонда оценочных средств смотреть Приложение 1.

#### **8. Образовательные технологии**

Для реализации приведенных компетенций и подготовки кадров высшей квалификации, которые будут соответствовать приведенным компетенциям предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий (деловых игр, разбор конкретных ситуаций, тренинги, лекции с элементами дискуссии, групповые дискуссии по контрольным вопросам по разделам дисциплины, вырабатывающие у аспирантов навыки грамотной постановки эксперимента и развитие у аспирантов навыков аналитического мышления) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционный курс представлен в мультимедийной форме.

**Примерные темы дискуссии** (см. раздел ФОС).

#### **9. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

##### Описание изданий основной литературы

1. Барабаш М.С. программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных ВМ – технологий: монография/ М.С. Барабаш, Д.В. Медведенко, О.И. Палиенко – 2 изд. – М.: Издательство Юрайт, 2013. -366 с – Серия: Магистр
2. Барабаш М.С., Гензерский Ю.В., Марченко Д.В., Титок В.П. ЛИРА-САПР 9.2. Примеры расчета и проектирования. – Учебное пособие. – К.: «Факт», 2005. – 138 с.:ил.
3. Городецкий А.С., Евзеров И.Д., Стрелец-Стрелецкий Е.Б. и др. Метод конечных элементов: теория и численная реализация. Программный комплекс «ЛИРА-САПР-WINDOWS». К.: «ФАКТ», 1996.
4. Рудых О.Л., Соколов Г.П., Пахомов В.Л. Введение в нелинейную строительную механику. М.: Изд-во АСВ, 2010.
5. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013/ учебное пособие. –К.-М.: Электронное издание, 2013 г., -376 с.

##### Описание изданий дополнительной литературы

7. Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М., Высшая школа, 1961.
8. Лукаш П. А. Основы нелинейной строительной механики. М.: Стройиздат, 1978.
9. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М., 1975.
10. Портаев Л. П., Петраков А. А. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия. М., 1989.
11. Ржаницын А. Р. Строительная механика. М., Высшая школа, 1991.
12. Петраков А. А. Основы теории пластичности и ползучести. Учебное пособие. М.: МГСУ, 2007.

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Учебные аудитории ауд. 7/001 – 7/005, 7/016 – 7/019 имеющих, мультимедиа и наборы учебно-наглядных пособий;
- Аудитории 7/006 – 7/007, 7/013 для самостоятельной работы, имеющих компьютеры с программным обеспечением и выходом в Интернет;

Информационное и учебно-методическое обеспечение:

Электронно-библиотечная система, электронная библиотека вуза и электронная информационно-образовательная среда;

### ➤ **Офисные среды**

Microsoft Office 2003-2010, doPDF 7, Adobe Reader X, WinRar 5.01, DJVU reader 2.01, Screen Media (интерактивная доска).

### ➤ **Мультимедиа программы**

QuickTime Player, KLite Codeck Pack.

### ➤ **Базовые программные комплексы**

Программный комплекс ЛИРА-САПР (учебная версия), программный комплекс МОНОМАХ-САПР (учебная версия), Solid Works (учебная версия).

## **11. Особенности освоения для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

*- для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства»