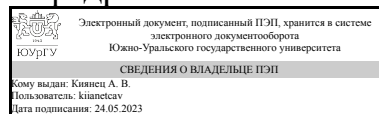


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



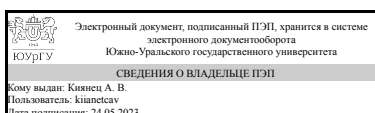
А. В. Киянец

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07 Динамика и устойчивость сооружений  
для направления 08.04.01 Строительство  
уровень Магистратура  
магистерская программа Промышленное и гражданское строительство  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Строительное производство и теория сооружений

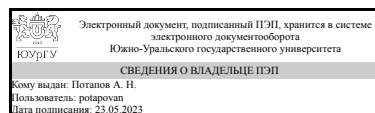
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



А. В. Киянец

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



А. Н. Потапов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений»: познакомить будущего специалиста с методами расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, включая вибрационные, ударные и импульсные нагрузки, а также с методами расчета конструкций на устойчивость, используемыми при проектировании современных конструкций. Задачи дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений»: - научить студента владеть и применять методы динамики и устойчивости сооружений при проектировании и прочностных расчетах современных конструкций; - подготовить студента к освоению прикладных дисциплин, таких как «Компьютерные технологии проектирования сооружений при нестационарных процессах».

## Краткое содержание дисциплины

Изложены вопросы устойчивости упругих систем. Приведен метод начальных параметров в расчете на устойчивость сжатого стержня. На этой основе показан расчет сжатых стандартных стержней двух типов с закреплениями "заделка-заделка" и "заделка-шарнир" при различных единичных смещениях. Сформулирована идея расчета на устойчивость рам методом перемещений. Приведена последовательность расчета, включая компьютерное моделирование задачи на ЭВМ (в системе MATLAB). Рассмотрены модели конструкций как систем с 1-й степенью свободы на действие вибрационных, ударных и импульсных сил. Показан учёт влияния сил внутреннего трения на параметры колебаний. Проведены расчеты на свободные и вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы. Рассмотрены примеры динамического расчета рам на вибрационную нагрузку.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять, организовывать и контролировать разработку проектной и организационно-технологической документации в сфере промышленного и гражданского строительства	Знает: методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений Умеет: составить расчетную схему для сложных инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов; анализировать и оценивать получаемые на ЭВМ результаты расчетов Имеет практический опыт: применения методов и приёмов проектирования зданий и сооружений, в т.ч. на ЭВМ
ПК-4 Способен выполнять и организовывать научные исследования в сфере промышленного и гражданского строительства	Знает: Основные методы расчётов строительных конструкций Умеет: Выбирать необходимый метод расчёта в конкретной ситуации Имеет практический опыт: применения методов расчёта строительных конструкций

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Функционально-стоимостной анализ строительных систем,  Компьютерное моделирование фундаментных конструкций,  Специальные разделы высшей математики,  Конструкционная безопасность зданий и сооружений,  Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Теория работы конструкционных материалов,  Основы метода конечных элементов,  Специальные вопросы технологии и организации строительства,  Автоматизированное проектирование строительных конструкций,  Организационно-технологические решения при возведении уникальных зданий и сооружений,  Компьютерные технологии проектирования сооружений при нестационарных процессах,  Учебная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр),  Учебная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр),  Производственная практика (преддипломная) (5 семестр),  Производственная практика (технологическая) (4 семестр),  Учебная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
<p>Функционально-стоимостной анализ строительных систем</p>	<p>Знает: основные этапы проведения ФСА, особенности проведения ФСА конструкций и технологий, основные этапы проведения ФСА, особенности проведения ФСА конструкций и технологий  Умеет: провести информационный этап ФСА строительной конструкции и строительной технологии, вести сравнение различных направлений развития системы, выбирать актуальные темы исследований, провести информационный этап ФСА строительной конструкции и строительной технологии, вести сравнение различных направлений развития системы, выбирать актуальные темы исследований  Имеет практический опыт: методиками совершенствования систем с использованием ФСА, в том числе с применением программного продукта «Анализ и синтез систем, методиками совершенствования систем с использованием ФСА, в том числе с применением программного продукта «Анализ и синтез систем»</p>
<p>Компьютерное моделирование фундаментных конструкций</p>	<p>Знает: методы расчета и моделирования фундаментных конструкций, методы расчета и моделирования фундаментных конструкций  Умеет: использовать программы для проектирования и моделирования фундаментных конструкций анализировать результаты расчета,</p>

	<p>использовать компьютерные программы для проектирования и моделирования фундаментных конструкций анализировать результаты расчета Имеет практический опыт: расчетов элементов оснований и фундаментов на прочность, жесткость и устойчивость, расчетов элементов оснований и фундаментов на прочность, жесткость и устойчивость</p>
<p>Конструкционная безопасность зданий и сооружений</p>	<p>Знает: основные методы оценки безопасности строительных объектов, риск-ориентированные методы управления безопасностью в строительстве, законодательную и нормативную базу в области инженерных изысканий, проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и управления безопасностью, основные методы оценки безопасности строительных объектов, риск-ориентированные методы управления безопасностью в строительстве, законодательную и нормативную базу в области инженерных изысканий, проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и управления безопасностью Умеет: комплексно оценивать безопасность зданий и сооружений, выстраивать последовательность управленческих решений, направленных на повышение безопасности, использовать нормативные и правовые документы в своей деятельности, комплексно оценивать безопасность зданий и сооружений, выстраивать последовательность управленческих решений, направленных на повышение безопасности, использовать нормативные и правовые документы в своей деятельности Имеет практический опыт: использования методов мониторинга и оценки технического состояния зданий, сооружений, их частей и инженерного оборудования, использования методов мониторинга и оценки технического состояния зданий, сооружений, их частей и инженерного оборудования</p>
<p>Специальные разделы высшей математики</p>	<p>Знает: основы теории уравнений математической физики, теории корреляции случайных величины приложения математической статистики, основы теории уравнений математической физики, теории корреляции случайных величины приложения математической статистики Умеет: распознавать основные типы начальнокраевых задач для уравнений математической физики, высчитывать коэффициент корреляции, оценивать вероятностные параметры с помощью математической статистики, распознавать основные типы начально-краевых задач для уравнений математической физики, высчитывать коэффициент корреляции, оценивать вероятностные параметры с</p>

	<p>помощью математической статистики Имеет практический опыт: классификации уравнений математической физики на эллиптические, гиперболические и параболические типы; относить вариационные ряды к той или иной вероятностной модели, классификации уравнений математической физики на эллиптические, гиперболические и параболические типы; относить вариационные ряды к той или иной вероятностной модели</p>
<p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента, основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента Умеет: выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования, выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования Имеет практический опыт: разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок, разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок; методами представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
--------------------	-------------	------------------------------------

		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
РГР №2 «Динамический расчёт рамы на свободные колебания	22	22
Подготовка к экзамену	23	23
РГР №1 «Расчет рамы на устойчивость методом перемещений».	22	22
РГР №3 . Динамический расчёт рамы на вынужденные колебания от действия вибрационных сил	20,5	20,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Основные понятия. Методы определения критических нагрузок. Общее уравнение упругой линии при продольном изгибе стержня. Метод начальных параметров. Расчёт плоских рам на устойчивость методом перемещений. Допущения в расчете. Расчёт на устойчивость стандартных элементов. Основная система и канонические уравнения метода перемещений при расчёте на устойчивость. Понятие о решении уравнения устойчивости. Пример расчета.	6	2	4	0
2	Основные понятия и определения динамики сооружений. Виды динамических нагрузок и колебательных процессов. Дифференциальное уравнение движения модели динамической системы с 1-й степенью свободы. Свободные и вынужденные колебания системы. Интеграл Дюамеля и его частные случаи. Вибрационная, ударная и кратковременная нагрузки. Системы с конечным числом степеней свободы. Свободные колебания системы. Частотное уравнение. Расчёт плоских рам на действие вибрационной нагрузки. Пример динамического расчета рамы.	6	2	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные понятия. Методы определения критических нагрузок. Общее уравнение упругой линии при продольном изгибе стержня. Метод начальных параметров. Расчёт плоских рам на устойчивость методом перемещений. Допущения в расчете. Расчёт на устойчивость стандартных элементов. Основная система и канонические уравнения метода	2

		перемещений при расчёте на устойчивость. Понятие о решении уравнения устойчивости. Пример расчета.	
2	2	Основные понятия и определения динамики сооружений. Виды динамических нагрузок и колебательных процессов. Дифференциальное уравнение движения модели динамической системы с 1-й степенью свободы. Свободные и вынужденные колебания системы. Интеграл Дюамеля и его частные случаи. Вибрационная, ударная и кратковременная нагрузки. Системы с конечным числом степеней свободы. Свободные колебания системы. Частотное уравнение. Расчёт плоских рам на действие вибрационной нагрузки. Пример динамического расчета рамы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Решение задач с конечны числом степеней свободы (1, 2 степени своб.). Расчет на устойчивость сжатых стержней со стандартными граничными условиями методом начальных параметров	2
2	1	Расчёт плоских рам на устойчивость методом перемещений. Выбор основной системы метода перемещений, построение единичных эпюр, определение коэффициентов перед неизвестными. Построение уравнения устойчивости и его решение. Примеры расчета плоских рам "в ручную" и на ЭВМ в системе MATLAB.	2
3	2	Динамические расчёты балок с 1 степенью свободы на действие вибрационной, ударной и импульсной нагрузки. Ударный и ударно-вибрационный резонанс. Определение максимальных перемещений, усилий и напряжений. Проверка прочности. Расчет рам на свободные колебания.	2
4	2	Расчет плоской статически неопределимой рамы с двумя степенями свободы на действие вибрационной нагрузки в до резонансном и за резонансном режимах работы системы. Анализ работы динамической системы на всей частотной плоскости при действии вибрационной нагрузки. Примеры.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
РГР №2 « Динамический расчёт рамы на свободные колебания	1. Н.И. Безухов, О.В. Лужин, Н.В. Колкунов. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.-М.: ВШ, 1986, с. 130-155 2. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец."Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - с. 286-335.	2	22
Подготовка к экзамену	1. Н.И. Безухов, О.В. Лужин, Н.В.	2	23

	<p>Колкунов. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.-М.: ВШ, 1986, с. 27-34</p> <p>2. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец."Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - с. 520-540.</p> <p>1. Н.И. Безухов, О.В. Лужин, Н.В. Колкунов. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.-М.: ВШ, 1986, с. 130-155</p> <p>2. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец."Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - с. 286-335.</p> <p>1. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах [Текст] Ч. 3 Динамика сооружений учеб. пособие для вузов по строит. специальностям : в 3 ч. Н. Н. Анохин. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016. (стр. 201 - 254, 299-316);</p> <p>2. Безухов, Н. И. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах Учеб. пособие для строит. вузов. - 3-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1987. - (стр. 130-155).</p>		
РГР №1 «Расчет рамы на устойчивость методом перемещений».	<p>1. Н.И. Безухов, О.В. Лужин, Н.В. Колкунов. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.-М.: ВШ, 1986, с. 27-34</p> <p>2. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец."Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - с. 520-540.</p>	2	22
РГР №3 . Динамический расчёт рамы на вынужденные колебания от действия вибрационных сил	<p>1. Н.И. Безухов, О.В. Лужин, Н.В. Колкунов. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах.-М.: ВШ, 1986, с. 130-155</p> <p>2. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец."Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - с. 286-335</p>	2	20,5

**6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации**



Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Контрольная работа. Расчет стержней по методу начальных параметров	0,1	100	Выбор координатных осей - 5 баллов; Выбор нулевых начальных параметров - 10 баллов; Выбор двух уравнений равновесия из системы уравнений - 10 баллов; Составление уравнения устойчивости - 20 баллов; Решение уравнения устойчивости - 30 баллов; Определение значения параметра устойчивости - 10 баллов; Анализ полученных результатов - 15 баллов.	экзамен
2	2	Текущий контроль	Задача 1. Устойчивость	0,2	50	Этапы выполняемых работ 1 этап. Соответствие между параметрами 3 б 2 этап. Построение единичных эпюр 8 б 3 этап. Коэффициенты и уравнение устойчивости 12 б 4 этап. Анализ моделей сжатых стержней 12 б 5 этап. Решение уравнения устойчивости 10 б 6 этап. Искомые характеристики задачи 5 б Итого 50 б	экзамен
3	2	Текущий контроль	Задача 2. Свободные колебания рамы	0,15	30	1. Запись канонических уравнений 2 б. 2. Построение эпюр $M_i$ и $M_{i0}$ 8 б. 3. Определение дельта $i_j$ , частотное уравнение 8 б. 4. Решение частотного уравнения 4 б. 5. Ортогональность главных форм 8 б. Итого: 30 б.	экзамен
4	2	Текущий контроль	Задача 3. Вынужденные колебания рамы	0,15	20	1. Уравнения вынужденных колебаний 2 б. 2. Построение эпюры $M_F$ , определение дельта $i_F$ 5 б. 3. Определение инерционных сил 6 б. 4. Построение динамических эпюр 7 б. Итого: 20 б.	экзамен
5	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	Теоретический вопрос. 1. Изложение материала в логической последовательности – 2 б 2. Владеет знаниями основ динамики и	экзамен

					устойчивости сооружений – 3 б 3. Полностью раскрыта тема вопроса – 3 б. 4. Понимает физический смысл формул и уравнений – 2 б. Итого: 10 б. Задача. 1. Выбор основной системы метода расчета – 2 б 2. Определение числа неизвестных метода – 1 б 3. Построение единичных и грузовой эпюр – 3 б. 4. Определение коэффициентов системы канонических уравнений – 2 б. 5. Решение канонических уравнений – 1 б. 6. Построение динамической эпюры (или определение критической силы) – 1 б. Итого: 10 б. Всего: 20 б.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	В аудитории находятся все поступающие за отдельными столами. В билете содержатся один теоретический вопрос и одна задача. Дополнительные вопросы не предлагаются. Экзамен проводится устно. На ответы отводится 90 минут. Система оценки - бально-рейтинговая согласно Рабочей программе.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений	+				+
ПК-1	Умеет: составить расчетную схему для сложных инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов; анализировать и оценивать получаемые на ЭВМ результаты расчетов	+				+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения методов и приёмов проектирования зданий и сооружений, в т.ч. на ЭВМ	+				+
ПК-4	Знает: Основные методы расчётов строительных конструкций		++			+
ПК-4	Умеет: Выбирать необходимый метод расчёта в конкретной ситуации		++	++	++	
ПК-4	Имеет практический опыт: применения методов расчёта строительных конструкций			+++		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Киселев, В. А. Строительная механика Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: Учеб. для вузов по спец. "Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 616 с. ил.
2. Клейн, Г. К. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики. Основы теории устойчивости, динамики сооружений и расчета пространственных систем Для строит. специальностей вузов Г. К. Клейн, В. Г. Рекач, Г. И. Розенблат. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1972. - 318 с. черт.

### б) дополнительная литература:

1. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений Учебник для вузов Под ред. А. Ф. Смирнова. - М.: Стройиздат, 1984. - 416 с.

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Строительная механика и расчет сооружений
2. Journal of engineering mechanics
3. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering (IJCCSE)

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кадисов Г.М. Динамика и устойчивость сооружений.– М.: АСВ, 2007.– 272 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Масленников, А.М. Динамика и устойчивость сооружений, Учебник и практикум для вузов / А.М. Масленников. – М.: Изд. Юрайт, 2017. – 366 с. <a href="https://urait.ru/book/dinamika-i-ustoychivost-sooruzheniy-433265">https://urait.ru/book/dinamika-i-ustoychivost-sooruzheniy-433265</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	604 (1)	Лекционная мультимедийная аудитория Компьютер – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. *Microsoft office **Windows FineReader 8 (ABBY:FCRM-8000-0004-3380-4394)
Практические занятия и семинары	604 (1)	Учебная лаборатория «Учебный центр «САПР в строительстве» Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L ANSYS 12.1 Academic Teaching, AutoCAD 2011 Autodesk 3ds Max 2009, Autodesk Revit Architecture 2011, Columbus 2007 (Виртуальные лабораторные по сопротивлению материалов) FEM Models 2.0, GIMP 2.8 Ing+ 2008 (MicroFE), LIRA-SAPR 2013 (R2), OpenOffice 4.0, SMathStudioDesktop 0.96, САПФИР 2013, Виртуальные дидактические модули по направлению «Строительная механика» *Microsoft office **Windows MathCAD (PTC:order #2456861 #2497812)