

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (Сибстрин)»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета СФ
Молодин В.В.

2016 г.

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

Строительная механика

(полное наименование дисциплины)

Направление подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
(код и наименование направления подготовки)

Наименование профиля/
программы/специализации Строительство высотных и большепролетных зданий
и сооружений

(наименование профиля/программы/специализации)

Тип образователь-
ной программы

Программа специалитета

статус: базовая часть

2017-2023

кафедра СМ

факультет СФ

курс 3

Таблица 1

Семестр и форма контроля	форма обучения:			Вид занятий и количество часов	форма обучения:		
	очная	очно- заоч- ная	заоч- ная		очная	очно- заоч- ная	заоч- ная
семестр (ы)	5, 6	-	6, 7, 8	лекции, час	32	-	16
экзамен (ы)	5, 6	-	7, 8	практические (семинарские) занятия, час	66	-	14
зачёт (ы)	-	-	-	лабораторные занятия, час	-	-	-
курсовая работа	-	-	-	Всего аудиторных занятий, час	98	-	30
курсовой проект	-	-	-	самостоятельная работа, час	118	-	186
индивидуальное зада- ние	5, 6	-	7, 8	Итого по дисциплине, час			216

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры строительной механики
и одобрена «05 » сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой СМ

Гребенюк Г.И. / Гребенюк Г.И. /

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Строительная механика

(наименование дисциплины)

Таблица 1.1

Основание для реализации дисциплины

Код и наименование направления подготовки:	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
Год утверждения ФГОС ВО:	29.08.2016
Наименование специализации:	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений
Наименование кафедры, реализующей дисциплину:	Кафедра строительной механики
Наименование выпускающей кафедры (кафедр):	Кафедра железобетонных конструкций Кафедра металлических и деревянных конструкций
Наименование примерной программы / профессионального стандарта (организация, год утверждения):	—

Данная дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций:

Таблица 1.2

Карта формирования компетенций по дисциплине

Код и содержание компетенции (по ФГОС ВО)	Расшифровка компетенции по компонентам (знать, уметь, владеть) для реализуемой дисциплины	1	2
		1	2
ОПК-6 Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	знатъ: основные подходы к формализации и моделированию равновесия деформируемых механических систем; постановку и методы решения задач о равновесии механических систем; уметь: составить расчётную схему сооружения, произвести её кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчёта при различных воздействиях; владеть: основными современными методами постановки, исследования и решения задач механики статически деформируемых систем с использованием информационных и компьютерных технологий;		
ОПК-7 Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	знатъ: основные положения и расчётные методы, используемые в дисциплине «строительная механика», на которых базируется изучение специальных курсов всех строительных конструкций, машин и оборудования; уметь: выбирать рациональные расчетные модели и соответствующий математический аппарат решения задач расчета деформируемых систем при статических воздействиях, владеть: современными методами проведения кинематического анализа расчётной схемы сооружения; определения внутренних усилий, напряжений, перемещений в элементах статически определимых и статически неопределимых систем при различных воздействиях.		

Таблица 1.3

Характеристика уровней освоения дисциплины

Уровень освоения	Характеристика	
	1	2
Пороговый (удовлетворительно) 60 – 75 баллов		Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студент обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями по дисциплине, способен понимать и интерпретировать освоенную информацию.
Продвинутый (хорошо) 76 – 90 баллов		Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студент продемонстрировал глубокие прочные знания и развитые практические умения и навыки, может сравнивать, оценивать и выбирать методы решения задачий, работать целенаправленно, используя связанные между собой формы представления информации.
Углубленный (отлично) 91 – 100 баллов		Достигнутый уровень оценки результатов обучения свидетельствует о том, что студент способен обобщать и оценивать информацию, полученную на основе исследования нестандартной ситуации; использовать сведения из различных источников, успешно соотнося их с предложенной ситуацией.

2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**2.1. Цель и задачи освоения дисциплины:**Цель дисциплины:

- формирование у обучаемых
 - знаний о принципах и методах расчёта напряжённо-деформированного состояния сооружений при статических воздействиях разной природы (силовых, температурных, кинематических);
 - современных представлений о возможности регулирования и управления параметрами НДС строительных конструкций;
- подготовка к применению в профессиональной деятельности умений и навыков постановки и решения инженерных задач оценки и расчёта НДС зданий, сооружений и их конструктивных элементов, выполнения расчётов НДС строительных конструкций;
- создание теоретической базы для последующего самостоятельного освоения научно-технической информации в области расчётов и проектирования сооружений и конструкций.

Задачи дисциплины:

- дать обучаемым знания о теоретических основах и методах определения силовых факторов, перемещений и деформаций в сооружениях и конструкциях, с учётом современных требований к их расчётным моделям и возможностей использования в расчётах эффективных компьютерных технологий;
- обучить практическим умениям и навыкам выполнения оценок, расчётов и анализа НДС зданий, сооружений и конструкций, необходимым в профессиональной деятельности по проектированию, возведению и эксплуатации строительных объектов.

2.2. Место дисциплины в структуре ОП:

Согласно УП ОП дисциплина базовой и реализуется на третьем курсе (в 5-м и 6-м семестрах) кафедрой строительной механики (СМ).

Для изучения и освоения данной дисциплины студент должен обладать знаниями, умениями и навыками, приобретёнными при изучении предшествующих и сопутствующих дисциплин базовой части цикла – математики, физики, теоретической механики, сопротивления материалов, теории упругости с основами пластичности и ползучести, информатики, начертательной геометрии и инженерной графики.

Приступая к освоению данной дисциплины обучающийся должен обладать знаниями по следующим дисциплинам:

Таблица 2.1

Предшествующие и сопутствующие дисциплины

№ п/п	Статус дисциплины по УП (базовая/вариативная)	Се- мestr	Наименование дисциплины («входные» знания, умения и компетенции)
Предшествующие дисциплины:			

1.	Базовая	1, 2, 3, 4	Математика (знатъ дифференциальное и интегральное исчисления функций одного и нескольких переменных; обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных; линейную алгебру; численные методы решения нелинейных уравнений; основы теории вероятностей и математической статистики; уметь привлекать математический аппарат, необходимый для решения задач расчёта деформируемых систем методами строительной механики; владеть навыками анализа функций, дифференцирования и интегрирования, методами линейной алгебры (операций над матрицами, решения СЛАУ)). ОПК-6, 7
2.	Базовая	2, 3, 4	Информатика (знатъ основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, технология составления алгоритмов и программ; уметь работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой и осваивать специализированное программное обеспечение; владеть методами практического использования современных компьютеров для реализации численных решений инженерных задач). ОПК-2, 3, 6
3.	Базовая	1, 2	Начертательная геометрия и инженерная графика (знатъ правила выполнения чертежей и построения графиков, в том числе с применением компьютерных средств; уметь давать графическую интерпретацию результатов расчёта в виде эпзор и графиков; владеть навыками построения схем и графиков, оформления пояснительных записок). ОПК-8
4.	Базовая	1, 2, 3	Физика (знатъ физические явления и законы, относящиеся к механическому поведению деформируемых систем; уметь применять полученные знания по физике при построении и анализе расчётных моделей сооружений и конструкций, понимать конкретное физическое содержание процессов их деформирования при различных видах воздействий). ОПК-6, 7
5.	Базовая	2, 3, 4	Теоретическая механика (знатъ общие положения и уравнения статики и кинематики; принцип Лагранжа; уметь использовать знания, полученные по теоретической механике, для постановки и ре-

			шения задач о равновесии механических систем; владеть терминологией и понятийным аппаратом теоретической механики; навыками определения реакций связей в статически определимых системах). ОПК-6, 7
6.	Базовая		<p>Сопротивление материалов (знать методы и способы определения внутренних силовых факторов, напряжений, перемещений и деформаций в типовых элементах деформируемых систем от различных видов воздействий;</p> <p>уметь определять внутренние силовые факторы и напряжения в элементах стержневых систем, вычислять геометрические характеристики сечений и их жесткости при разных вида простых деформаций;</p> <p>владеть терминологией и понятийным аппаратом сопротивления материалов; методами и способами определения реакций опор и внутренних усилий в сечениях прямолинейных, криволинейных и ломаных стержней; навыками построения и проверки эпюр внутренних силовых факторов в элементах стержневых систем). ОПК-6, 7</p>

Сопутствующие дисциплины:

7.	Базовая	5	<p>Теория упругости с основами пластичности и ползучести (знать дифференциальные уравнения равновесия, совместности деформаций, зависимости между деформациями и перемещениями, физические зависимости для деформируемых упругих и неупругих сред; общие методы решения задач теории упругости; плоскую задачу теории упругости; основы теории изгиба тонких пластинок). ОПК-6, 7</p>
----	---------	---	---

Данная дисциплина является обеспечивающим структурным элементом УП ОП вуза для изучения следующих дисциплин:

Таблица 2.2

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины

№ п/п	Статус дисциплины по УП (базовая/вариативная)	Се- мestr	Наименование дисциплины
1.	Базовая	9, 10	Нелинейные задачи строительной механики
2.	Базовая	9, 10	Динамика и устойчивость сооружений
3.	Базовая	10, 11	Сейсмостойкость сооружений
4.	Базовая	7, 8, 9	Железобетонные и каменные конструкции (общий курс)
5.	Базовая	8, 9	Металлические конструкции, включая сварку (общий курс)
6.	Вариативная обязательная	7, 8	Основания и фундаменты
7.	Вариативная обязательная	8	Конструкции из дерева и пластмасс
8.	Дисциплина по выбору	11	Спецкурс по теории сооружений
9.	Дисциплина по выбору	11	Спецкурс по проектированию железобетон-

			ных конструкций
10.	Дисциплина по выбору	11	Спецкурс по проектированию металлических конструкций
11.	Дисциплина по выбору	11	Современные методы проектирования и строительства высотных и большепролётных зданий и сооружений

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Темы учебной дисциплины

Тема 1. Введение

Предмет, объект, цели и задачи освоения дисциплины. Связь с другими дисциплинами. Основные гипотезы и допущения, принятые в дисциплине.

Типы элементов деформируемых сооружений и конструкций. Виды нагрузок и других воздействий на сооружение. Типы опор и соединений элементов, их статические и кинематические характеристики. Расчётная схема сооружения, правила её формирования. Классификация расчётных схем сооружений. Основные типы плоских стержневых систем.

Тема 2. Кинематический анализ расчётных схем сооружений

Сущность и цель кинематического анализа. Понятия кинематического анализа (диск, связь, степени свободы, геометрически изменяемые, неизменяемые и мгновенно изменяемые системы, необходимые, избыточные, лишние, ложные связи). Классификация внешних и внутренних связей плоских систем. Кинематические признаки связей. Этапы и общий алгоритм кинематического анализа расчётной схемы сооружения. Количественный и качественный (структурный) анализ. Необходимое (количественное) условие геометрической неизменяемости системы. Типовые способы геометрически неизменяемого соединения дисков плоских систем. Статический критерий геометрической неизменяемости.

Тема 3. Методы определения усилий в дискретных (стержневых) системах

Статический метод: формирование полной системы уравнений равновесия элементов и узлов стержневой системы на базе концепции конечных элементов; особенности для статически определимых и неопределимых систем. Определение силовых факторов в стержневых системах как реакций внешних и внутренних связей кинематическим методом (на основе принципа Лагранжа): выявление силовых факторов приёмом освобождения от связей; общая формула кинематического метода для обобщённого силового фактора; частный случай для статически определимых систем. Определение силовых факторов энергетическим (методом (по теореме Лагранжа).

Тема 4. Линии влияния силовых факторов

Задачи расчёта сооружений на действие временных (в том числе подвижных) нагрузок. Понятие о функции и линии влияния. Отличия линий влияния внутренних усилий от их эпюр. Статический и кинематический методы построения линий влияния реакций опорных связей и внутренних усилий. Учет узловой передачи нагрузки при построении линий влияния. Загружение линий влияния. Невыгоднейшие положения различных временных нагрузок (распределенных, одиночных сосредоточенных). Опасные положения подвижной системы параллельных сосредоточенных грузов на сооружении. Критический груз. Построение объемлющих эпюр внутренних усилий в случае подвижной временной нагрузки. Матрицы влияния, их использование для определения силовых факторов.

Тема 5. Расчёт многопролётных статически определимых балок (МСОБ)

Основные типы многопролётных балок. Кинематический анализ. Рабочая схема балки; основные и второстепенные части, особенности их взаимодействия и порядок расчёта. Учет узловой передачи нагрузки. Линии влияния опорных реакций и внутренних усилий в многопролётных балках, их загружение постоянными и временными нагрузками. Определение расчётных изгибающих моментов и построение их объемлющей эпюры. Использование концепции конечных элементов для определения усилий в МСОБ.

Тема 6. Расчёт статически определимых ферм

Расчётная схема фермы. Особенности воздействия нагрузок на ферму (узловая передача нагрузок). Классификация плоских ферм. Кинематический анализ ферм. Методы и способы определения усилий в стержнях ферм (способы вырезания узлов, моментной точки, проекций, совместных

сечений). Частные случаи равновесия узлов. Конечноэлементный подход к определению статическим методом усилий в стержнях ферм. Построение линий влияния продольных сил в стержнях ферм с простой структурой решётки статическим методом; типовые линии влияния усилий в стержнях поясов и решётки; их использование для балочных однопролетных, многопролетных и консольных балочных ферм. Понятие о получении моделей линий влияния усилий в стержнях ферм кинематическим методом. Расчётные усилия.

Тема 7. Расчет плоских трёхшарнирных и статически определимых комбинированных систем

Классификация расчётов схем трёхшарнирных систем. Общие приёмы определения реакций связей в трёхшарнирных системах (распорных и с затяжкой). Расчёт трёхшарнирной арки с опорными шарнирами на одном уровне на вертикальную нагрузку. Сопоставление работы трехшарнирной арки при вертикальной нагрузке с работой балки на двух опорах. Рациональное очертание оси арки. Типовые линии влияния силовых факторов в трёхшарнирных системах (арках и рамках), их использование для выявления невыгоднейших загружений. Расчёт на неподвижную нагрузку составных рам и простых плоских статически определимых комбинированных систем (рам со сквозным ригелем, затяжкой, подкосами, замкнутыми контурами, висячих систем и т.п.). Аналогии в работе трёхшарнирных и некоторых типов комбинированных систем при вертикальной нагрузке. Определение силовых факторов в трёхшарнирных и комбинированных системах на основе концепции конечных элементов.

Тема 8. Теория определения перемещений в линейно-деформируемых системах.

Теоремы о взаимности для линейно деформируемых систем

Обобщенные силы и обобщённые перемещения. Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил в плоских стержневых системах. Потенциальная энергия упругой деформации. Формула Максвелла–Мора для определения перемещений в линейно-деформируемых системах от различных воздействий. Способы вычисления интегралов формулы Максвелла–Мора (формула Симпсона, правило Верещагина). Частные случаи формулы Максвелла–Мора для определения перемещений в сооружениях различного типа (рамах, балках, фермах, комбинированных системах, арках). Матричная форма определения перемещений в линейно-деформируемых системах с учётом требуемых сочетаний воздействий различного характера (силовых, температурных, кинематических).

Теоремы о взаимности возможных работ внешних и внутренних сил (Бетти), взаимности единичных перемещений (Максвелла), единичных реакций (Рэлея), взаимности единичных реакций и перемещений (Гвоздева). Матрицы податливости и жёсткости деформируемой системы, их взаимосвязь.

Тема 9. Общие сведения о статически неопределеных системах и методах их расчёта

Понятие о статически неопределенных системах. Общие свойства этих систем. Степень статической неопределенности. Методы расчета статически неопределенных систем. Понятия основных неизвестных и основных систем классических методов (сил, перемещений, смешанного).

Тема 10. Расчёт статически неопределенных систем методом сил

Основные неизвестные и основная система метода сил (ОСМС); требования, предъявляемые к ней, и рекомендации по выбору рациональной ОСМС. Система канонических уравнений. Свойства и способы определения коэффициентов при неизвестных и свободных членов системы канонических уравнений при наличии различных воздействий на сооружение (силовых, температурных, кинематических). Проверка правильности вычисления коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Определение искомых усилий в заданной СНС, построение их эпюров и проверка результатов расчёта.

Особенности расчёта СНС методом сил, обусловленные видом заданного воздействия и спецификой различного рода систем (неразрезных балок, рам, ферм, арок, комбинированных систем).

Использование групповых неизвестных и учёт симметрии при расчёте методом сил симметричных статически неопределенных систем. Учёт прямой или обратной симметрии заданного воздействия на сооружение (силового, температурного, кинематического). Разложение воздействий на симметричную и обратносимметричную составляющие. Приём расчёта половины системы.

Матричная форма расчёта статически неопределенных систем методом сил на любые независимые друг от друга сочетания внешних воздействий.

Тема 11. Расчёт статически неопределенных систем методом перемещений

Кинематически определимые и неопределенные системы. Степень кинематической неопределенности. Расчётные узлы кинематически неопределенной системы, основные неизвестные как пе-

ремещения расчётных узлов. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Стандартные задачи метода перемещений в случаях силовых, температурных и кинематических воздействий. Учет деформации растяжения-сжатия элементов в расчёте стержневой системы методом перемещений.

Методы (статический и кинематический) и способы определения коэффициентов при неизвестных и свободных членов канонических уравнений как реакций дополнительных связей в расчётных узлах. Проверка правильности определения коэффициентов и свободных членов уравнений. Определение искомых внутренних усилий, построение их эпюор и проверка результатов расчёта. Использование групповых неизвестных и учёт симметрии в расчетах деформируемых систем методом перемещений.

Матричная форма расчёта статически неопределенных систем методом перемещений на все виды воздействий (силовые, температурные, кинематические) на базе теоремы о работе концевых усилий и узловых нагрузок. Приведение заданных нагрузок к эквивалентным расчётым узловым нагрузкам.

Метод перемещений как основа современного метода расчёта деформируемых систем – метода конечных элементов.

Тема 12. Смешанный метод расчёта статически неопределенных систем

Основные неизвестные, основная система и канонические уравнения смешанного метода. Смысл, свойства и способы вычисления коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений смешанного метода. Определение искомых усилий в заданной системе. Проверка результатов расчёта. Получение уравнений метода сил и метода перемещений как частных случаев уравнений смешанного метода. Статическая, геометрическая и физическая стороны задачи механики в уравнениях классических методов расчёта деформируемых систем. Сравнительный анализ методов.

Тема 13. Определение перемещений в статически неопределенных системах

Определение перемещений от силовых, температурных и кинематических воздействий. Варианты формулы Максвелла–Мора; выбор рационального варианта в зависимости от постановки задачи. Матричная форма определения перемещений в СНС (по вариантам).

Тема 14. Основы теории метода конечных элементов

Задачи определения НДС сооружений и ее решение в конечномерной постановке. Канонические уравнения МКЭ. Принципиальный подход к решению конечномерной задачи в перемещениях. Конечноэлементная расчёчная схема сооружения. Классификация и типология конечных элементов. Матрица жёсткости конечного элемента и алгоритм её получения энергетическим методом. Связь между матрицами жёсткости конечных элементов и матрицей жёсткости конечноэлементной модели сооружения. Определение расчётных узловых нагрузок. Учёт условий закрепления. Нахождение усилий и напряжений. Общий алгоритм расчёта деформируемой системы методом конечных элементов. Понятие о суперэлементах.

Тема 15. Понятие о теории регулирования и управления параметрами НДС конструкций

Инженерные проблемы регулирования и управления состоянием конструкций, зданий и сооружений как механических систем. Основные понятия и термины теории регулирования напряженно-деформированного состояния конструкций Критерии и условия регулирования.

Классификация задач и методов регулирования НДС конструкций с позиций теории сооружений. Типы регуляторов. Методика оценки корректности постановки задачи регулирования. Ограничения на соотношение количеств регулируемых параметров и регуляторов разных типов. Линейные и нелинейные задачи регулирования НДС СК.

Алгоритм и основные уравнения в линейных задачах расчета регулирования силовых факторов в строительных конструкциях. Примеры регулирования усилий в рамно-балочных стержневых системах.

3.2. Практические и семинарские занятия и их содержание

- 3.2.1. Определение силовых факторов (реакций опор и внутренних усилий) в стержнях с прямолинейной и ломаной осями (контроль остаточных знаний студентов по теоретической механике и сопротивлению материалов) – 2 часа.
- 3.2.2. Кинематический анализ расчётных схем сооружений с простой структурой – 2 часа.
- 3.2.3. Расчёт многопролётных статически определимых балок (МСОБ) на неподвижную нагрузку – 2 часа.

- 3.2.4. Линии влияния силовых факторов в МСОБ и их загружение – 2 часа.
- 3.2.5. Определение силовых факторов в МСОБ. Расчётные изгибающие моменты; объемлющая эпюра изгибающих моментов – 2 часа..
- 3.2.6. Матрицы влияния силовых факторов в МСОБ. Конечно-элементная модель формирования системы уравнений статики для определения усилий в МСОБ – 4 часа.
- 3.2.7. Определение усилий в стержнях ферм статическим методом – 2 часа.
- 3.2.8. Линии влияния продольных сил в стержнях ферм (статический метод) – 2 часа.
- 3.2.9. Расчетные продольные силы в стержнях ферм. Формирование системы уравнений статики для определения усилий в стержнях ферм на основе конечно-элементной расчетной модели – 2 час.
- 3.2.10. Расчёт трёхшарнирных арок и рам на неподвижную нагрузку. Линии влияния силовых факторов в трёхшарнирной арке – 2 час.
- 3.2.11. Расчёт трёхшарнирных рамных систем на неподвижную нагрузку; построение линий влияния усилий – 2 часа.
- 3.2.12. Расчёт статически определимых плоских комбинированных систем на неподвижную нагрузку – 2 часа.
- 3.2.13. Определение перемещений в плоских статически определимых системах (балках, рамках, фермах, комбинированных системах) от силовых, температурных и кинематических воздействий – 4 часа.
- 3.2.14. Определение перемещений в статически определимых системах в матричной форме от многовариантных воздействий различного характера (силовых, температурных, смещений опорных связей) – 4 часа.
- 3.2.15. Расчёт статически неопределимых систем методом сил на силовое, температурное воздействия и смещение опорных связей – 3 часа.
- 3.2.16. Расчёт статически неопределимых систем методом сил в матричной форме на многовариантные независимые воздействия различного типа (силовые, температурные, смещение опорных связей). Вычисление расчётных внутренних усилий – 3 часа.
- 3.2.17. Расчёт симметричных статически неопределимых систем на произвольные, симметричные и обратносимметричные воздействия различного характера – 2 часа.
- 3.2.18. Расчёт статически неопределимых ферм и комбинированных систем – 2 часа.
- 3.2.19. Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений на силовые, температурные и кинематические воздействия – 4 часа.
- 3.2.20. Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений в матричной форме на многовариантные независимые воздействия различного характера – 4 часа.
- 3.2.21. Расчёт симметричных статически неопределимых систем методом перемещений – 2 часа.
- 3.2.22. Смешанный метод расчета статически неопределимых систем – 2 часа.
- 3.2.23. Определение перемещений в статически неопределимых системах от силовых, температурных воздействий и смещения опорных связей – 2 часа.
- 3.2.24. Матрицы жёсткости стержневого конечного элемента с прямолинейной осью и прямоугольного КЭ тонкой пластинки при плоском напряжённом состоянии и изгибе с кручением. Формирование матриц расчетных уловы нагрузок конечных элементов разных типов – 4 часа.
- 3.2.25. Регулирование усилий в плоских статически неопределимых системах смещением связей и предварительным напряжением – 4 часа.

3.3. Лабораторные занятия и их содержание – лабораторные занятия не предусмотрены УП ОП

3.4. Курсовой проект (работа) и его характеристика – не предусмотрен УП ОП

3.5. Индивидуальные задания и их характеристика

Задание 1. Расчёт плоских статически определимых систем – многопролётной балки и фермы – 5-й семестр (самост. работа – 20 час.)

Расчёт многопролётной статически определимой балки ведется на постоянную и временную нагрузки. Временная нагрузка – подвижная система взаимосвязанных параллельных сосредоточенных грузов. Невыгоднейшие положения подвижной нагрузки определяются с помощью линий влияния силовых факторов. Производится построение объемлющей эпюры изгибающих моментов на указанном в задании участке балки. На основе концепции конечных элементов формируются матрицы коэффициентов и свободных членов уравнений равновесия

Расчётные схемы ферм – балочные и консольно-балочные однопролётные и двухпролётные, с простой решеткой. Расчёт производится на постоянную и временные нагрузки. Временные нагрузки – снеговая (по верхнему поясу) и крановая, перемещающаяся по заданному маршруту. В расчёте используются статические способы для определения продольных сил в указанных стержнях заданной фермы и для построения их линий влияния. Определяются расчётные значения продольных сил в отдельных стержнях фермы. Формируются матрицы коэффициентов и свободных членов уравнений равновесия по составленной конечно-элементной схеме. Дополнительно продольные силы могут находиться с помощью компьютерной программы «FERSO».

Задание 2. Расчёт плоской статически определимой рамы с трёхшарнирными частями или комбинированной системы – 5-й семестр (самост. работа – 18 час.)

В трёхшарнирной рамной или комбинированной системе с простой структурой строятся эпюры внутренних усилий с последующей проверкой правильности их построения.

Факультативно рассчитывается трёхшарнирная арка на вертикальную нагрузку: в одном из сечений внутренние усилия определяются «вручную», а для всей арки – в ряде назначенных сечений, с помощью компьютерной программы «ARKA». Для одного из сечений арки строятся линии влияния внутренних усилий с последующим загружением их заданной нагрузкой.

Задание 3. Расчёт статически неопределенной системы методом сил на многовариантные воздействия различного характера (силовые, температурные, кинематические) – 6-й семестр (самост. работа – 20 час.)

Для плоской статически неопределенной системы задаются четыре варианта внешних воздействий: два силовых (постоянная и временная нагрузки), изменение температуры и смещение опорных связей. Расчёт ведётся в матричной форме с использованием компьютерной программы «MEFOR» для определения усилий по вариантам и сочетаниям заданных воздействий. Для закрепления материала темы «вручную» определяются коэффициенты канонических уравнений метода сил с проверкой правильности вычислений. По результатам компьютерного расчёта строятся эпюры внутренних силовых факторов от каждого варианта воздействий. Для одного из элементов заданной системы определяются расчётные изгибающие моменты и соответствующие им поперечные и продольные силы. Выполняется вычисление угловых и линейных перемещений заданных сечений и точек.

Задание 4. Расчёт статически неопределенной системы методом перемещений – 6-й семестр (самост. работа – 20 час.).

Выполняется расчёт плоской статически и кинематически неопределенной системы на три варианта заданных воздействий – постоянную нагрузку, изменение температуры и смещение опор; для вычисления усилий по вариантам воздействий используется компьютерная программа «METDEF». Для понимания смысла расчётных процедур «вручную» вычисляются коэффициенты и свободные члены канонических уравнений, производится их проверка и сопоставление с результатами машинного счёта. Решение доводится до построения эпюр внутренних усилий по вариантам воздействий.

Таблица 3.1

Распределение учебных часов по видам занятий

Темы дисциплин (дидактических единиц)	Часы								
	лекции			практ. (лаб.) занятия			сам. работа		
Форма обучения (очная, очно-заочная, заочная):	0	0-3	3	0	0-3	3	0	0-3	3
Тема 1. Введение	1	—	—	2 ^{*)} (0)	—	—	1	—	3
Тема 2. Кинематический анализ расчётных схем сооружений	2	—	1	2(0)	—	—	3	—	4
Тема 3. Методы определения усилий в дискретных (стержневых) системах	1	—	—	—	—	—	1	—	2
Тема 4. Линии влияния силовых факторов	3	—	3	4(0)	—	2(0)	4	—	12
Тема 5. Расчёт многопролетных статически определимых балок	—	—	—	6(0)	—	—	12	—	20
Тема 6. Расчёт статически определимых ферм	2	—	2	6(0)	—	2(0)	12	—	22
Тема 7. Расчёт плоских трёхшарнирных и статически определимых комбинированных систем	2	—	2	6(0)	—	2(0)	22	—	28
Тема 8. Теория определения перемещений в линейно-деформируемых системах (ЛДС). Теоремы о взаимности для ЛДС	4	—	2	8(0)	—	2(0)	4	—	10
Тема 9. Общие сведения о статически неопределеных системах и методах их расчёта	1	—	—	—	—	—	1	—	2
Тема 10. Расчёт статически неопределенных систем методом сил	6	—	3	12(0)	—	3(0)	24	—	36
Тема 11. Расчёт статически неопределенных систем методом перемещений	6	—	3	8(0)	—	3(0)	24	—	36
Тема 12. Смешанный метод расчёта статически неопределенных систем	1	—	—	2(0)	—	—	2	—	3
Тема 13. Определение перемещений в статически неопределенных системах	1	—	—	2(0)	—	—	2	—	4
Тема 14. Основы теории метода конечных элементов	2	—	—	4(0)	—	—	4	—	4
Тема 15. Понятие о теории регулирования и управления параметрами НДС конструкций	—	—	—	4(0)	—	—	2	—	—
Итого:	32	—	16	66(0)	—	14	118	—	186

^{*)} Контроль входных знаний – определение внутренних усилий в статически определимых прямых и ломаных стержнях.

3.6. Вопросы к экзамену (зачёту)

Вопросы к экзамену в 5-м семестре

- Основные задачи, решаемые в курсе «Строительная механика». Гипотезы и предпосылки, используемые в курсе. Характеристики линейно-деформируемой системы.
- Расчётная схема сооружения. Классификация расчётных схем сооружения.
- Кинематический анализ расчётных схем сооружений (основные понятия, этапы и алгоритм).
- Кинематический анализ систем с простой структурой.
- Расчёт статически определимых балок и рам, имеющих главные и второстепенные части, на неподвижную нагрузку.
- Понятие о линиях влияния силовых факторов. Отличие линий влияния силовых факторов от эпюров.
- Типовые линии влияния опорных реакций и внутренних силовых факторов в однопролётной балке с консолями.
- Построение линий влияния силовых факторов в многопролётных балках и простых рамках, имеющих главные и второстепенные части, статическим методом.

9. Построение линий влияния силовых факторов кинематическим методом: идея и практическая реализация (на примере любой статически определимой системы).
10. Построение линий влияния силовых факторов при узловой передаче нагрузки.
11. Загружение линий влияния различными нагрузками, общая формула.
12. Опасное положение системы подвижных сосредоточенных точечных грузов и его нахождение с помощью линии влияния. Критический груз, критерий его определения.
13. Объемлющие эпюры внутренних усилий и их построение в случае подвижной временной нагрузки.
14. Определение усилий в стержнях ферм способом вырезания узлов. Частные случаи равновесия узлов.
15. Определение усилий в стержнях ферм способом моментной точки.
16. Построение линий влияния усилий в стержнях балочных ферм статическим методом.
17. Типовые линии влияния усилий в стержнях поясов, стойках и раскосах ферм с простыми решетками.
18. Построение линий влияния усилий в стержнях консольных ферм статическим методом.
19. Определение расчётных усилий в стержнях ферм.
20. Расчет трёхшарнирной арки с опорами на разных уровнях на произвольную нагрузку.
21. Расчет трёхшарнирной арки с опорными шарнирами на одном уровне на вертикальную нагрузку.
22. Рациональная ось трёхшарнирной арки в случае вертикальной нагрузки.
23. Расчёт трёхшарнирных рамных систем с затяжкой.
24. Расчет трехшарнирных рамных систем, имеющих составные диски (с подкосами или раскосами).
25. Построение линий влияния реакций опор трёхшарнирной арки (вертикальной компоненты реакции и распора).
26. Построение линии влияния изгибающего момента в произвольном сечении трёхшарнирной арки.
27. Построение линий влияния поперечной и продольной сил в произвольном сечении трёхшарнирной арки.
28. Расчёт статически определимой рамы со сквозным ригелем на неподвижную нагрузку.
29. Расчёт шпренгельной балки на неподвижную нагрузку.
30. Алгоритм расчета статически определимых комбинированных систем со сложной структурой («арка с балкой жёсткости», «балка, поддерживаемая кабелем»).
31. Обобщённые силы и обобщённые перемещения. Действительная и возможная работа статически приложенной нагрузки. Энергия деформации и потенциальная энергия упругой деформации системы. Теорема Клапейрона.
32. Возможная и действительная работа внутренних сил в стержневых системах, её выражение через внутренние силовые факторы.
33. Метод Максвелла–Мора определения перемещений линейно деформируемых систем: идея метода, выбор фиктивных единичных состояний.
34. Формула Максвелла–Мора для определения перемещений в стержневых системах от силового воздействия. Частные случаи формулы для систем разных типов.
35. Способы вычисления интегралов формулы Максвелла–Мора (правило Верещагина, формула Симпсона).
36. Общий порядок решения задач по определению перемещений от силового воздействия в плоских стержневых системах.
37. Определение перемещений в стержневых системах от температурного воздействия.
38. Определение перемещений в стержневых системах от смещения связей.
39. Понятие о матрице перемещений. Вычисление интегралов формулы Максвелла–Мора на отдельном грузовом участке в матричной форме.
40. Матричная форма определения перемещений в балках и рамках от силовых воздействий.
41. Матричная форма определения перемещений в фермах от силовых воздействий.
42. Матричная форма определения перемещений в комбинированных системах от силовых воздействий.
43. Матричная форма определения перемещений в стержневых системах от силовых воздействий по полной формуле Максвелла–Мора. Частные случаи формулы.
44. Матричная форма определения перемещений в стержневых системах от температурных

воздействий.

45. Матричная форма определения перемещений в стержневых системах от смещения опорных связей.
46. Матричная форма определения перемещений в стержневых системах от многовариантных воздействий различного характера (силовых, температурных, кинематических).

Вопросы к экзамену в 6-м семестре

1. Понятие о статически неопределеных системах, их свойствах. Степень статической неопределенности. Методы расчёта СНС.
2. Терема Бетти о взаимности работ внешних сил.
3. Теорема Maxwella о взаимности единичных перемещений.
4. Теорема Рэлея о взаимности единичных реакций.
5. Теорема Гвоздева о взаимности реакций и перемещений.
6. Основная система метода сил (ОС МС) и требования, предъявляемые к ней.
7. Рекомендации по выбору рациональной основной системы.
8. Система канонических уравнений метода сил (СКУ МС). Определение её коэффициентов при неизвестных и свободных членов в случае силового воздействия.
9. Определение внутренних усилий в заданной системе методом сил от силового воздействия. Промежуточные и окончательные проверки правильности решения.
10. Расчёт СНС методом сил на заданное изменение температуры.
11. Расчёт СНС методом сил на заданные смещения связей.
12. Особенности расчёта методом сил:
 - 12.1. – неразрезных балок на абсолютно жестких опорах;
 - 12.2. – неразрезных балок на упругоподатливых опорах;
 - 12.3. – статически неопределенных ферм;
 - 12.4. – статически неопределенных комбинированных систем.
13. Расчёт симметричных СНС методом сил. Группировка неизвестных.
14. Использование прямой или обратной симметрии внешних воздействий в расчётах симметричных СНС методом сил.
15. Приём расчёта половины симметричной системы.
16. Расчёт СНС методом сил в матричной форме на независимые многовариантные воздействия (силовые, температурные, смещение связей).
17. Матричная форма расчёта СНС на многовариантные силовые воздействия (общий случай).
18. Частные случаи матричных соотношений для расчёта методом сил статически неопределенных:
 19. – балок и рам;
 20. – ферм;
 21. – комбинированных систем.
22. Понятие о кинематически неопределенных системах.
23. Расчётные узлы кинематически неопределенной системы. Степень кинематической неопределенности.
24. Основная система метода перемещений (ОСМП), правила её формирования с учётом и без учёта продольных деформаций элементов.
25. Система канонических уравнений метода перемещений (СКУ МП).
26. Стандартные задачи для типовых элементов основной системы метода перемещений.
27. Свойства и способы определения коэффициентов при неизвестных и свободных членов СКУ МП.
28. Определение внутренних усилий в заданной системе по найденным основным неизвестным метода перемещений. Промежуточные и окончательные проверки правильности решения.
29. Учет деформаций растяжения-скатия элементов в расчётах СНС методом перемещений.
30. Расчет симметричных СНС методом перемещений. Группировка неизвестных.
31. Использование прямой и обратной симметрии внешних воздействий в расчётах симметричных СНС методом перемещений.
32. Расчёт СНС методом перемещений на температурные воздействия.
33. Расчёт СНС методом перемещений на кинематические воздействия.
34. Теорема об определении реакций связей линейно деформируемой системы через работу

концевых усилий элементов и узловых нагрузок сооружений. Матричная форма теоремы для ОСМП.

35. Матричная форма расчёта СНС методом перемещений на многовариантные воздействия различного характера.
36. Матрицы внутренней жёсткости стандартных элементов ОСМП.
37. Расчёт СНС смешанным методом. Основная система и канонические уравнения смешанного метода.
38. Определение перемещений в СНС от силовых воздействий.
39. Определение перемещений в СНС от температурных воздействий.
40. Определение перемещений в СНС от смещений связей.
41. Конечномерная постановка задачи определения НДС в методе конечных элементов (МКЭ).
42. Канонические уравнения МКЭ. Принципиальная схема решения задач в перемещениях.
43. Аналогия между уравнениями МКЭ и каноническими уравнениями метода перемещений.
44. Конечноэлементная расчетная схема сооружения. Основные типы конечных элементов, их классификация.
45. Понятие о матрице жёсткости конечного элемента.
46. Связь между перемещениями узлов конечного элемента и перемещениями узлов сооружения, между матрицами жёсткости сооружения и конечных элементов.
47. Построение матрицы жёсткости конечного элемента энергетическим способом.
48. Общий алгоритм расчета сооружения МКЭ. Определение расчётных узловых нагрузок. Учёт условий закрепления.
49. Определение усилий и напряжений в заданном сооружении.
50. Суперэлементы и их использование в расчётах сложных конструкций.
51. Основные понятия теории регулирования напряжённо-деформированного состояния (НДС) сооружения (конструкции): регулируемые параметры, регуляторы, критерий и условия (уравнения) регулирования (их взаимосвязь и различия между ними).
52. Основные виды регулируемых параметров, регуляторов и критериев регулирования.
53. Классификация задач регулирования НДС конструкций.
54. Проверка корректности постановки задачи регулирования.
55. Условия, которым должны удовлетворять количества регуляторов и регулируемых параметров.
56. Требования, предъявляемые к регуляторам, используемым для изменения усилий в статически определимых и статически неопределеных системах.
57. Признаки независимости регуляторов. Каким может получиться решение задачи при использовании зависимых регуляторов?
58. Алгоритм формирования системы уравнений для определения искомых значений регуляторов в линейных задачах регулирования.
59. Функции влияния и матрица влияния регуляторов. Смысл компонентов матрицы влияния регуляторов.
60. Какие расчёты системы, в которой осуществляется регулирование усилий, нужно выполнить для получения данных, с помощью которых формируются уравнения регулирования (в линейных задачах)?
61. Как определяются силовые факторы в системе, получающиеся в результате регулирования?

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1. Основная и дополнительная литература

■ Основная литература

1. Шапошников Н.Н. Строительная механика : учеб. / Н.Н. Шапошников, Р.Е. Кристалинский, А.В. Дарков. – 13-е изд., перераб. и доп. – СПб : Лань, 2012. – 704 с.
2. Потапов В.Д. Строительная механика : в 2 кн. Кн. 1. Статика стержневых систем : учеб. для вузов / В.Д. Потапов [и др.] ; под ред В.Д. Потапова. – М. : Высшая школа, 2007. – 511 с.
3. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов по строит. спец. Ч. 1 : Статически определимые системы / Н. Н. Анохин. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Ассоц. строит. вузов, 2007. - 336 с.

4. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов по строит. спец. Ч. 2 : Статически неопределеные системы / Н. Н. Анохин. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Ассоц. строит. вузов, 2007. - 464 с.
5. Себешев, В. Г. (проф. ; НГАСУ (Сибстрин), каф. Строительная механика). Строительная механика [Электронный ресурс] : иллюстрированный конспект лекций. Ч. 2 : Статически неопределенные системы / В. Г. Себешев ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил. - ISBN 978-5-7795-0530-7 : б.ц..
6. Себешев В.Г. Кинематический анализ сооружений : учеб. пособие / В.Г. Себешев ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 64 с.

■ Дополнительная литература

1. Себешев В.Г. Строительная механика. Ч. I. Статически определимые системы : иллюстративный конспект лекций [Электронный ресурс] / В.Г. Себешев. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008.
2. Леонтьев Н.Н. Основы строительной механики стержневых систем : учеб. для вузов / Н.Н. Леонтьев, Д.Н. Соболев, А.А. Амосов. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1996. – 541 с.
3. Строительная механика. Стержневые системы : Учеб. для вузов / А.Ф. Смирнов [и др.] ; под ред. А.Ф. Смирнова. – М. : Стройиздат, 1981. – 512 с.
4. Себешев В.Г. Метод конечных элементов в расчётах сложных строительных конструкций : учеб. пособие для вузов / В.Г. Себешев, И.А. Чаплинский, Ю.И. Канышев. – Новосибирск : НИСИ, 1980.
5. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределенных систем и регулирование усилий в конструкциях: учеб. пособие / В.Г. Себешев, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2009. – 164 с.
6. Крамаренко А.А. Определение перемещений в статически определимых системах. Статически неопределенные системы : сборник задач для СРС / А.А. Крамаренко, Л.А. Широких. – Новосибирск : НГАСУ, 1996.
7. Крамаренко А.А. Статически определимые системы: сборник задач для СРС / А.А. Крамаренко, Л.А. Широких. – Новосибирск: НГАСУ, 1995.

■ Методические указания

1. Себешев В.Г. Статически определимые стержневые системы : метод. указания / В.Г. Себешев, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2013. – 137 с.
2. Себешев В.Г. Расчёт стержневых статически неопределенных систем методом сил с определением перемещений : метод. указания / В.Г. Себешев, М.С. Вешкин, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2011. – 109 с.
3. Себешев В.Г. Расчёт деформируемых стержневых систем методом перемещений : метод. указания / В.Г. Себешев, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 93 с.
4. Кранчев Д.Ф., Юдин В.А. Расчет плоских ферм с использованием ЭВМ : метод. указания для студентов направления «Строительство» / Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2011. – 16 с.

■ Нормативная документация

■ Периодические издания

1. «Известия вузов. Строительство»: ежемесячное научно-теоретическое издание. – www.sibstrin.ru/publications/izv/.
2. «Строительная механика и расчёт сооружений» (научно-технический журнал).
3. «Строительная механика инженерных конструкций и сооружений» (научно-техничес-

кий журнал).

4.2. Информационные учебно-методические ресурсы

▪ Программное обеспечение

1. Пакет Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия).
2. Программа «*FEPSO*» для использования ПЭВМ при выполнении индивидуального задания «Расчёт статически определимых ферм» (Разработка НГАСУ (Сибстрин)).
3. Программа «*ARKA*» для использования ПЭВМ при выполнении индивидуального задания «Расчёт трехшарнирной арки на вертикальную нагрузку» (Разработка НГАСУ (Сибстрин)).
4. Программа «*MEFOR*» для использования ПЭВМ при выполнении индивидуального задания «Расчёт СНС на многовариантные воздействия различного характера (силовые, температурные, кинематические)» (Разработка НГАСУ (Сибстрин)).
5. Программа «*METDEF*» для использования ПЭВМ при выполнении индивидуального задания «Расчёт СНС методом перемещений» (Разработка НГАСУ (Сибстрин)).
6. Программа «*LINS*» для решения систем неоднородных алгебраических уравнений (Разработка НГАСУ (Сибстрин)).
7. Программный комплекс SCAD Office 11.3 (или более поздняя версия)

▪ Базы данных

8. Электронный каталог библиотеки НГАСУ (Сибстрин). – <http://marcweb.sibstrin.ru/MarcWeb/>.
9. Официальный сайт ГПНТБ Сибирского отделения РАН. – www.spst.nsc.ru/.
10. Кодекс (ГОСТ, СНиП, Законодательство). – www.kodeksoft.ru.

▪ Интернет-ресурсы

1. *MOODLE* – Портал дистанционного обучения НГАСУ (Сибстрин). – <http://do.sibstrin.ru/login/index.php>.
2. Электронные учебные материалы кафедры строительной механики: http://www.sibstrin.ru/student/books/strmeh_books/.
3. Информационно-поисковые и справочные системы Интернет. Электронная почта.

4.3. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Таблица 4.1

Используемые образовательные технологии

№ п/п	Наименование технологии	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Интерактивная форма обучения	Лекции, практические занятия, работа над индивидуальными заданиями	Используются адаптивные приёмы организации процесса передачи и восприятия слушателями учебной информации, с согласованием темпов и объемов информационного обмена к индивидуальным возможностям слушателей и с постоянной обратной связью в форме обсуждения, дискуссии и т.п. Основывается на широком использовании программированных (интерактивных) учебно-методических материалов, компьютерных технологий и муль-

			тимедийного сопровождения занятий.
2	Традиционные образовательные технологии	Лекции, практические занятия	Изложение материала в форме лекций или бесед с вопросно-ответной формой общения со студентами, с использованием раздаточных материалов. В целях повышения эффективности применяются мультимедийные средства сопровождения.
3	Проблемное обучение	Лекции, практические занятия, работа над индивидуальными заданиями	Основано на постановке проблем в процессе изучения нового материала и привлечении слушателей к их разрешению путём обсуждения предложений о возможных путях решения. Ориентировано на развитие самостоятельного мышления и творческого подхода к решению научных и инженерно-технических задач. Используется в сочетании с традиционными формами обучения; в большей степени применяется на практических занятиях (с малыми группами) и индивидуально при обсуждении и контроле выполнения индивидуальных заданий.
4	Дистанционное обучение	Самостоятельная работа студентов	Используется в комплексе с другими формами обучения, базируется на информационных технологиях поиска и получения рекомендованных и дополнительных материалов.

Таблица 4.2
Используемые информационные ресурсы

№ п/п	Наименование информационных ресурсов	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Электронные версии учебно-методических материалов	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов	Записи на электронных носителях конспектов лекций, учебных пособий, учебно-методических разработок, видеопрезентаций.
2	Интернет-ресурсы и базы данных	Практические занятия, самостоятельная работа студентов	Самостоятельное обучение, выполнение индивидуальных заданий.
3	Программное обеспечение	Практические занятия, самостоятельная работа студентов	Специализированные программные средства для выполнения расчётов в примерах, рассматриваемых на практических занятиях, и в работе студентов над индивидуальными заданиями.

4	База учебно-методических материалов кафедры строительной механики на Интернет-странице кафедры на сайте НГАСУ (Сибстрин)	Самостоятельная работа студентов	Для подготовки к лекциям и практическим занятиям, при работе над индивидуальными заданиями и подготовке к их защите.
5	Фонд учебной литературы библиотеки НГАСУ (Сибстрин)	Самостоятельная работа студентов	То же
6	Программное обеспечение	Практические занятия, самостоятельная работа студентов	Специализированные программные средства для выполнения расчётов в примерах, рассматриваемых на практических занятиях, и в работе студентов над индивидуальными заданиями.
7	Планшетно-плакатные и раздаточные материалы	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов	Для повышения эффективности освоения содержания дисциплины.

Таблица 4.3
Виды (формы) самостоятельной работы

№ п/п	Наименование самостоятельной работы	Порядок реализации	Контроль	Примечания
1	Изучение теоретического материала	Самостоятельное освоение во внеурочное время по конспектам, учебникам, учебным пособиям и др. источникам	Групповые и индивидуальные опросы и обсуждения на лекциях и практических занятиях, устные собеседования во время проверки и защиты индивидуальных расчетных заданий	Объём материала определяется содержанием индивидуального задания. Используются рекомендованные и самостоятельно выбранные студентом учебно-методические источники.
2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	Самостоятельное повторение теоретического материала и предыдущего практикума	Групповые и индивидуальные опросы в ходе практических занятий	По рекомендованному и самостоятельно выбранным студентом печатным и электронным учебно-методическим материалам.
3	Решение задач по основным темам дисциплины	Самостоятельно во внеурочное время или на консультациях по дисциплине в присутствии преподавателя	Проверка, собеседование по замечаниям и ошибкам. При необходимости доработка и повторная проверка. Учёт результатов в рейтинговой оценке текущей работы студента	Набор задач определяется преподавателем и направлением на освоение дисциплины и подготовку к итоговой аттестации
4	Выполнение индивиду-	Преимущественно	Собеседования в	График выдачи –

	альных расчетных заданий	во внеаудиторное время, частично – на консультациях в присутствии преподавателя	ходе выполнения индивидуальных заданий и их проверки; защита в форме собеседования при наличии всех решенных задач по теме задания	по технологической карте. Студентами используются печатные и электронные методические указания по выполнению заданий.
5	Использование интернет-ресурсов	Во внеаудиторное время самостоятельно, в том числе по темам, связанным с научно-исследовательской работой студентов	Учитывается в период промежуточной аттестации студентов	Цель использования ресурсов определяется преподавателем

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Таблица 5.1

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Вид занятий	Требования
1.	Лекционная аудитория	Лекция	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами: настенный полноформатный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование – видеопроектор для демонстрации презентаций.
2.	Кабинет (аудитория) для практических (семинарских) занятий	Практическое занятие / семинар /	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: интерактивная доска или подвижная маркерная доска, считающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, стационарные или переносные мультимедиапроектор и экран; устройства для подключения индивидуальных компьютеров обучающихся.
3.	Компьютерный класс	Практическое занятие	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчёта один ПК на два студента. Общевузовские и специализированные компьютерные классы, кафедральная вычислительная лаборатория с установленным на компьютерах программным обеспечением расчётов по дисциплине.

Таблица 5.2

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	IBM PC-совместимые персональные компьютеры	Практическое занятие/самост. работа студентов	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет и на портал MOODLE..
2.	Мультимедийные средства	Лекция / практическое занятие	Демонстрация с ПК электронных презентаций видеосопровождения лекционного курса, учебных видеофильмов, иллюстраций к практикуму по курсу, документов Word, электронных таблиц, графических изображений.
3.	Учебно-наглядные пособия	Лекция / практическое занятие	Таблицы, иллюстрации, графики и диаграммы результатов в примерах вероятностных расчётов
4.	Комплекты электронных записей учебно-методических материалов	Лекция/практическое занятие/самост. работа студентов	Записи на электронных носителях (CD и др.) материалов лекционных видеопрезентаций, учебных пособий, методических указаний, специализированных компьютерных программ

6. ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине:

Для выявления результатов обучения используются следующие оценочные средства и технологии:

Паспорт фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование оценочных средств	Технология	Вид аттестации	Коды формируемых компетенций
1	Аудиторные контрольные работы	Проверка умения применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Текущий контроль, промежуточная аттестация	ОПК-6 ОПК-7
2	Индивидуальные расчётные задания	Проверка приобретенных знаний, умений и навыков по тематическому разделу дисциплины в процессе выполнения задания по определенной учебно-практической задаче и в ходе его защиты.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	ОПК-6 ОПК-7
3	Фонд тестовых заданий	Тестирование с использованием бланков тестовых заданий и/или автоматизированной процедуры измерения уровня знаний и уме-	Текущий контроль, промежуточная аттестация	ОПК-6 ОПК-7

		ний обучающегося.		
4	Система рейтинговой оценки текущей работы студента в течение семестра	Оценка по балльной шкале всех видов самостоятельной работы	Промежуточная и итоговая аттестация по дисциплине	ОПК-6 ОПК-7
5	Билеты к экзамену	В комплексной письменной и устной форме	Промежуточная в 5 семестре и итоговая по дисциплине в 6 семестре	ОПК-6 ОПК-7

6.2 Технология выявления уровня освоения дисциплины:

При реализации дисциплины реализуются следующие технологии проведения промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине для обеспечения условий достижения обучающимися соответствующего уровня освоения:

Краткий комментарий:

В процессе обучения проводятся аудиторные контрольные работы по тематическим блокам дисциплины.

Зашите индивидуальных расчетных заданий (ИРЗ) предшествует решение дополнительных контрольных задач по соответствующим темам.

При защите ИРЗ используются контрольные карточки-тесты с вопросами теоретического характера.

Применяется система рейтингового контроля и оценки текущей работы студента в течение семестра.

Прием зачета и экзамена осуществляется по утвержденным билетам с вопросами теоретического характера и задачами для решения с целью выявления практических навыков.

Автор-разработчик

Себешев В.Г. /

« 03 » сентября 2016 г.