МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения и аэрокосмической техники

_____ / В.И. Ряжских/
подпись *И.О. Фамилия*

«25» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Строительная механика летательных аппаратов»

Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Специализация "Самолетостроение"

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы _____ /В.С. Безуглов/

Заведующий кафедрой Самолетостроения _____ / Е.Н. Некравцев /

Руководитель ОПОП _____ / Е.Н. Некравцев /

Воронеж 2022 г

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: Изучение принципов и методов анализа напряженно-деформированного состояния, формирования расчетных схем силовых элементов конструкции самолетов, а также процессов нагружения, усталости и разрушения, происходящих при эксплуатации самолетов и приводящих к постепенному снижению их прочности.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

1. Изучение напряженно-деформированного состояния элементов конструкции самолета различных расчетных схем;
2. Изучение методик проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость тонкостенных элементов конструкции самолета;
3. Изучение вопросов обеспечения динамической прочности элементов конструкции самолетов;
4. Изучение численных методов выполнения расчетов конструкции самолета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Строительная механика летательных аппаратов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Строительная механика летательных аппаратов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 – способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

ОПК-8 – способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать: математические основы функционирования вычислительных алгоритмов
	уметь: применять численные методы для решения широкого круга прочностных задач
	владеть: навыками решения задач строительной механики с помощью современных программных вычислительных продуктов
ОПК-5	знать: физические основы обеспечения прочности

	конструкций, расчетные схемы, уравнения равновесия
	уметь: проводить проектировочные и поверочные расчеты элементов конструкции самолета
	владеть: методикой обоснования и выбора геометрических характеристик, обеспечивающих требуемые критерии прочности, жесткости и устойчивости
ОПК-8	знать: способы решения дифференциальных уравнений с использованием актуальных вычислительных программных продуктов
	уметь: применять имеющиеся программные продукты для задач прочности, жесткости и устойчивости
	владеть: навыками построения алгоритмов решения прикладных задач

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Строительная механика летательных аппаратов» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	108	54	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	117	54	63
Курсовая работа	+		+
Контрольная работа			
Виды промежуточной аттестации - экзамен	63	36	27
Общая трудоемкость: час зач.ед.	288 8	144 4	144 4

Очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	92	42	50
В том числе:			
Лекции	34	18	16
Практические занятия (ПЗ)	34	18	16
Лабораторные работы (ЛР)	24	16	8
Самостоятельная работа	133	58	75
Курсовая работа	+		+
Контрольная работа			
Виды промежуточной аттестации - экзамен	63	36	27
Общая трудоемкость: час зач.ед.	288 8	144 4	144 4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Тонкостенные балки и коробки	Тонкостенные балки (ТСБ) как элемент авиационных конструкций. Расчет ТСБ с параллельными поясами и плоскими стенками. Нормальные напряжения. Расчет ТСБ с параллельными поясами и плоскими стенками. Касательные напряжения. Расчет ТСБ с	2	2	4	2	10

		параллельными поясами на поперечный и продольно-поперечный изгиб. Расчет ТСБ с непараллельными поясами. Понятие о тонкостенных коробках.					
2	Изгиб и устойчивость прямоугольных пластин	Основные понятия и определения. Цилиндрический изгиб жестких пластин. Напряженно-деформированное состояние при изгибе пластин. Интегральные усилия при изгибе пластин. Дифференциальное уравнение изгиба гибкой пластины. Устойчивость пластин при сжатии. Критические напряжения. Устойчивость пластинок при сдвиге. Устойчивость пластин при совместном действии сжатия и сдвига.	2	2	4	6	14
3	Устойчивость тонкостенных стержней	Формы потери устойчивости тонкостенных стержней (ТСС). Приближенное определение критических нагрузок при сжатии тонкостенных стержней.	2	2	4	6	14
4	Изгиб и устойчивость оболочек	Напряженно-деформированное состояние оболочки. Дифференциальное уравнение изгиба оболочки. Деформированное состояние оболочки. Условие совместности деформаций для цилиндрической оболочки. Определение напряжений в безмоментных оболочках вращения под действием осесимметричной нагрузки. Понятие об устойчивости оболочки. Устойчивость оболочки под действием осевого сжатия. Устойчивость оболочки под действием поперечного давления. Устойчивость длинных оболочек с поперечными подкреплениями.	4	4	6	6	20
5	Расчет подкрепленных панелей	Подкрепленная панель - основной силовой элемент моноблочного крыла. Работа подкрепленной панели на растяжение. Понятие о редукционных коэффициентах. Работа подкрепленной панели на сжатие. Модель Кармана для расчета напряжений в сжатой панели. Зависимость напряжений в обшивке и ее приведенной ширины от деформации стрингера. Диаграммы деформирования элементов подкрепленной панели. Определение напряжений в элементах растянутой панели. Расчет разрушающей нагрузки при растяжении панели. Определение напряжений в элементах сжатой панели. Расчет разрушающей нагрузки сжатой панели.	2	2	-	8	12
6	Расчет напряжений в сечениях крыла и фюзеляжа	Основные силовые схемы крыла и назначение его конструкционных элементов. Приближенное определение нормальных напряжений при изгибе прямого крыла. Распределение изгибающего момента по лонжеронам. Касательные напряжения при изгибе и кручении. Касательные напряжения	2	2	-	8	12

		при кручении. Касательные напряжения при изгибе. Основные силовые схемы фюзеляжа. Определение нормальных напряжений в сечении фюзеляжа. Определение касательных напряжений в сечениях фюзеляжа.					
7	Крыло и фюзеляж с большим вырезом.	Основы теории стесненного кручения ТСС открытого профиля. Приближенное решение задачи о стесненном кручении ТСС открытого контура. Особенности стесненного кручения замкнутых коробок. Влияние большого выреза на распределение напряжений в элементах оболочки.	2	2	-	8	12
8	Поперечные подкрепляющие элементы крыла и фюзеляжа	Передача усилий на поперечные подкрепляющие элементы крыла и фюзеляжа. Расчетные схемы силовых шпангоутов. Расчетные схемы силовых нервюр.	2	2	-	10	14
9	Статические определимые и статически неопределимые системы	Определение степени статической неопределимости системы. Расчет статически неопределимых систем при кручении и растяжении. Расчет статически неопределимых балок. Способ сравнения деформаций и уравнение трех моментов. Расчет статически неопределимых рам. Метод сил.	4	4	-	11	19
10	Колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы	Собственные и вынужденные колебания упругих систем. Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Собственные колебания систем с линейным затуханием. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Поперечные колебания балок с сосредоточенными массами.	4	2	4	10	20
11	Колебания упругих систем с распределенными параметрами	Продольные колебания однородного стержня. Крутильные колебания однородного стержня. Поперечные колебания балки. Метод Релея. Приведенные массы.	2	2	4	10	18
12	Напряжения при ударе	Общий прием вычислений напряжений при ударе. Продольный удар. Учет массы стержня, испытывающего удар. Динамические напряжения при ударе.	2	2	4	12	20
13	Сопротивление усталостному разрушению силовых элементов авиационной конструкции	Механизм явления усталости. Основные характеристики усталостной прочности. Влияние концентрации напряжений, размеров образца и состояния поверхности на усталостную прочность. Расчет на прочность. Определение запаса усталостной прочности. Блочное нагружение. Гипотеза линейного суммирования усталостных повреждений. Расчет на прочность при блочном нагружении. Расчет на прочность при нерегулярном нагружении.	4	4	-	10	18
14	Решение задач строительной механики методом конечных элементов	Применимость метода конечных элементов для решения задач строительной механики ЛА. Суть метода конечных элементов Способы	2	4	6	10	22

		решения систем линейных алгебраических уравнений. Пример решения задач методом конечных элементов.					
		Итого	**36**	**36**	**36**	**117**	**225**

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Тонкостенные балки и коробки	Тонкостенные балки (ТСБ) как элемент авиационных конструкций. Расчет ТСБ с параллельными поясами и плоскими стенками. Нормальные напряжения. Расчет ТСБ с параллельными поясами и плоскими стенками. Касательные напряжения. Расчет ТСБ с параллельными поясами на поперечный и продольно-поперечный изгиб. Расчет ТСБ с непараллельными поясами. Понятие о тонкостенных коробках.	2	4	2	4	12
2	Изгиб и устойчивость прямоугольных пластин	Основные понятия и определения. Цилиндрический изгиб жестких пластин. Напряженно-деформированное состояние при изгибе пластин. Интегральные усилия при изгибе пластин. Дифференциальное уравнение изгиба гибкой пластины. Устойчивость пластин при сжатии. Критические напряжения. Устойчивость пластинок при сдвиге. Устойчивость пластин при совместном действии сжатия и сдвига.	2	4	2	4	12
3	Устойчивость тонкостенных стержней	Формы потери устойчивости тонкостенных стержней (ТСС). Приближенное определение критических нагрузок при сжатии тонкостенных стержней.	2	4	2	6	14
4	Изгиб и устойчивость оболочек	Напряженно-деформированное состояние оболочки. Дифференциальное уравнение изгиба оболочки. Деформированное состояние оболочки. Условие совместности деформаций для цилиндрической оболочки. Определение напряжений в безмоментных оболочках вращения под действием осесимметричной нагрузки. Понятие об устойчивости оболочки. Устойчивость оболочки под действием осевого сжатия. Устойчивость оболочки под действием поперечного давления. Устойчивость длинных оболочек с поперечными подкреплениями.	4	4	2	8	18
5	Расчет подкрепленных панелей	Подкрепленная панель - основной силовой элемент моноблочного крыла. Работа подкрепленной панели на растяжение. Понятие о редукционных коэффициентах. Работа подкрепленной панели на сжатие. Модель Кармана для расчета напряжений в сжатой панели. Зависимость напряжений в обшивке и ее приведенной ширины от	2	-	2	8	12

		деформации стрингера. Диаграммы деформирования элементов подкрепленной панели. Определение напряжений в элементах растянутой панели. Расчет разрушающей нагрузки при растяжении панели. Определение напряжений в элементах сжатой панели. Расчет разрушающей нагрузки сжатой панели.					
6	Расчет напряжений в сечениях крыла и фюзеляжа	Основные силовые схемы крыла и назначение его конструкционных элементов. Приближенное определение нормальных напряжений при изгибе прямого крыла. Распределение изгибающего момента по лонжеронам. Касательные напряжения при изгибе и кручении. Касательные напряжения при кручении. Касательные напряжения при изгибе. Основные силовые схемы фюзеляжа. Определение нормальных напряжений в сечении фюзеляжа. Определение касательных напряжений в сечениях фюзеляжа.	2	-	2	8	12
7	Крыло и фюзеляж с большим вырезом.	Основы теории стесненного кручения ТСС открытого профиля. Приближенное решение задачи о стесненном кручении ТСС открытого контура. Особенности стесненного кручения замкнутых коробок. Влияние большого выреза на распределение напряжений в элементах оболочки.	2	-	2	8	12
8	Поперечные подкрепляющие элементы крыла и фюзеляжа	Передача усилий на поперечные подкрепляющие элементы крыла и фюзеляжа. Расчетные схемы силовых шпангоутов. Расчетные схемы силовых нервюр.	2	-	2	12	16
9	Статические определимые и статически неопределимые системы	Определение степени статической неопределимости системы. Расчет статически неопределимых систем при кручении и растяжении. Расчет статически неопределимых балок. Способ сравнения деформаций и уравнение трех моментов. Расчет статически неопределимых рам. Метод сил.	2	-	2	14	18
10	Колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы	Собственные и вынужденные колебания упругих систем. Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Собственные колебания систем с линейным затуханием. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Поперечные колебания балок с сосредоточенными массами.	4	4	2	10	20
11	Колебания упругих систем с распределенными параметрами	Продольные колебания однородного стержня. Крутильные колебания однородного стержня. Поперечные колебания балки. Метод Релея. Приведенные массы.	2	4	-	11	17
12	Напряжения при ударе	Общий прием вычислений напряжений при ударе. Продольный удар. Учет массы стержня, испытывающего удар. Динамические	2	4	2	14	22

		напряжения при ударе.					
13	Сопротивление усталостному разрушению силовых элементов авиационной конструкции	Механизм явления усталости. Основные характеристики усталостной прочности. Влияние концентрации напряжений, размеров образца и состояния поверхности на усталостную прочность. Расчет на прочность. Определение запаса усталостной прочности. Блочное нагружение. Гипотеза линейного суммирования усталостных повреждений. Расчет на прочность при блочном нагружении. Расчет на прочность при нерегулярном нагружении.	4	-	2	14	20
14	Решение задач строительной механики методом конечных элементов	Применимость метода конечных элементов для решения задач строительной механики ЛА. Суть метода конечных элементов Способы решения систем линейных алгебраических уравнений. Пример решения задач методом конечных элементов.	2	6	-	12	20
		Итого	**34**	**34**	**24**	**133**	**225**

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Вводное занятие. Инструктаж по ТБ. Исследование напряженно-деформированного состояния тонкостенной балки.
2. Исследование изгиба прямоугольной пластины.
3. Исследование устойчивости прямоугольной пластины.
4. Исследование устойчивости тонкостенного стержня и тонкостенной оболочки.
5. Исследование форм собственных колебаний элементов конструкции различных схем.
6. Исследование вынужденных колебаний элементов конструкции различных схем.
7. Исследование работы элементов конструкции различных схем при действии ударных нагрузок.
8. Применение метода конечных элементов для расчета элементов конструкции различных схем.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной и очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет местной потери устойчивости стрингера, общей потери устойчивости стрингера с обшивкой и несущей способности панели со стрингерами».

Задачи, решаемые в ходе курсовой работы:

определение критических напряжений;

подбор характеристик сечения с учетом материала;

формулирование выводов;

оформление и защита работы.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку без графической части.

Учебным планом по дисциплине «Строительная механика летательных аппаратов» не предусмотрено выполнение контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	Знать: математические основы функционирования вычислительных алгоритмов	Практическая работа. Ответы на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: применять численные методы для решения широкого круга прочностных задач	Практическая работа. Решение стандартных задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками решения задач строительной механики с помощью современных программных вычислительных продуктов	Практическая работа. Решение прикладных задач. Защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	Знать: физические основы обеспечения прочности конструкций, расчетные схемы, уравнения равновесия	Практическая работа. Ответы на теоретические вопросы при защите курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: проводить проектировочные и поверочные расчеты элементов конструкции самолета	Практическая работа. Решение стандартных задач и задач курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методикой обоснования и выбора геометрических характеристик, обеспечивающих требуемые критерии прочности, жесткости и	Практическая работа. Решение прикладных задач. Защита лабораторных работ и курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	устойчивости			
ОПК-8	Знать: способы решения дифференциальных уравнений с использованием актуальных вычислительных программных продуктов	Практическая работа. Ответы на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: применять имеющиеся программные продукты для задач прочности, жесткости и устойчивости	Практическая работа. Решение стандартных задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками построения алгоритмов решения прикладных задач	Практическая работа. Решение прикладных задач. Защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 и 6 семестрах для очной и очно-заочной форм обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать: математические основы функционирования вычислительных алгоритмов	Тест Ответ на теоретический вопрос	Выполнение теста на 90-100% Содержание вопроса полностью раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками.	Выполнение теста на 80-90% Содержание вопроса раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные неточности в изложении материала.	Выполнение теста на 70-80% Содержание вопроса в основном раскрыто, обнаружено представление о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные ошибки в изложении материала.	В тесте менее 70% правильных ответов Содержание вопроса в основном не раскрыто, обнаружено отсутствие представления о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены существенные ошибки в изложении материала.
	Уметь: применять численные методы	Решение стандартных	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Задачи не решены

	для решения широкого круга прочностных задач	практических задач	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	
	Владеть: навыками решения задач строительной механики с помощью современных программных вычислительных продуктов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-5	Знать: физические основы обеспечения прочности конструкций, расчетные схемы, уравнения равновесия	Тест Ответ на теоретический вопрос	Выполнение теста на 90-100% Содержание вопроса полностью раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками.	Выполнение теста на 80-90% Содержание вопроса раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные неточности в изложении материала.	Выполнение теста на 70-80% Содержание вопроса в основном раскрыто, обнаружено представление о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные ошибки в изложении материала.	В тесте менее 70% правильных ответов Содержание вопроса в основном не раскрыто, обнаружено отсутствие представления о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены существенные ошибки в изложении материала.
	Уметь: проводить проектировочные и поверочные расчеты элементов конструкции самолета	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: методикой обоснования и выбора геометрических характеристик, обеспечивающих требуемые критерии прочности, жесткости и устойчивости	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-8	Знать: способы решения дифференциальных уравнений с	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	использованием актуальных вычислительных программных продуктов	Ответ на теоретический вопрос	Содержание вопроса полностью раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками.	Содержание вопроса раскрыто, обнаружено понимание причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные неточности в изложении материала.	Содержание вопроса в основном раскрыто, обнаружено представление о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены незначительные ошибки в изложении материала.	Содержание вопроса в основном не раскрыто, обнаружено отсутствие представления о причинно-следственных связей предмета вопроса с физическими предпосылками, допущены существенные ошибки в изложении материала.
	Уметь: применять имеющиеся программные продукты для задач прочности, жесткости и устойчивости	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками построения алгоритмов решения прикладных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Вопросы, характеризующие сформированность компетенции ОПК-2

1. Способ организации многократных вычислений в вычислительных алгоритмах называется:

а) ветвлением;

б) циклом;

в) законом;

г) присваиванием.

2. Способ выбора альтернативных вычислений называется:

а) ветвлением;

б) циклом;

в) законом;

г) присваиванием.

3. Метод трапеций по отношению к методу прямоугольников при равных разбиениях позволяет вычислять определенные интегралы:

а) с меньшей точностью;

б) с большей точностью;

в) с равной точностью;

г) оба не применимы для вычисления определенных интегралов.

4. Численные методы позволяют достичь:

а) требуемую точность вычисления;

б) требуемый результат вычисления;

в) требуемую форму представления результата;

г) абсолютную точность вычисления.

5. Аналитические методы позволяют достичь:

а) требуемую точность вычисления;

б) требуемый результат вычисления;

в) требуемую форму представления результата;

г) абсолютную точность вычисления.

6. Система из нескольких уравнений, имеющих минимум одну пару линейно зависимых, имеет:

а) бесконечное число решений (не имеет решения);

б) одно решение;

в) количество решений, определяемое числом уравнений в системе;

г) количество решений, определяемое числом линейно независимых уравнений в системе.

7. Коммутативность является свойством:

а) векторного произведения;

б) произведения матриц;

в) скалярного произведения;

г) всего из перечисленных.

8. Ортогональная система координат обладает свойством:

а) модуль векторного произведения ортов равен 1;

б) модуль векторного произведения ортов равен 0;

в) модуль скалярного произведения ортов равен 0;

г) модуль скалярного произведения ортов равен количеству ортов.

9. Ортогональная система координат названа именем этого ученого:

а) О.Коши;

б) Р.Декарт;

в) И.Ньютон;

г) Б.Паскаль;

д) Г.Галлилей;
е) не названа именем ученого.

10. Метод Эйлера применяется:
а) для решения алгебраических уравнений;
б) для вычисления пределов;
в) для нахождения экстремума функции;
г) для решения дифференциальных уравнений.

11. Определенный интеграл с конечными пределами от синуса аргумента может принимать значения:
а) только положительные;
б) только отрицательные;
в) любые;
г) любого знака, ограниченные по модулю;
д) только положительные, ограниченные по модулю;
е) только отрицательные, ограниченные по модулю.

12. Существование производной на заданном участке гарантировано:
а) у непрерывной функции;
б) у функции, имеющей на участке разрыв первого рода;
в) у функции, имеющей на участке разрыв второго рода;
г) у любой функции.

13. Определенный интеграл с конечными пределами можно вычислить:
а) от непрерывной функции;
б) от функции, имеющей на участке разрыв первого рода;
в) от функции, имеющей на участке разрыв второго рода;
г) от любой функции.

14. Решение системы линейных и линейно независимых уравнений при равенстве их количества числу независимых переменных:
а) может не существовать;
б) не существует;
в) существует единственное;
г) существует конечное множество.

15. Решение линейного уравнения:
а) может не существовать;
б) не существует;
в) существует единственное;
г) существует конечное множество.

16. Решение нелинейного уравнения (допускается более одного варианта ответа):

а) может не существовать;
б) не существует;
в) существует единственное;
г) существует конечное множество;
д) может существовать бесконечное множество.

17. Одним из недостатком метода конечных элементов является:
а) большая размерность решаемых систем;
б) ограниченный круг задач для применения;
в) третьей космической скорости;
г) скорости движения Земли по своей орбите.

18. Метод конечных элементов характеризуется:
а) низкими требованиями к ресурсам вычислителя;
б) ограниченным кругом задач для применения;
в) слабым учетом геометрических особенностей областей;
г) универсальностью.

19. В методе конечных элементов функции узловых перемещений являются:
а) только линейными;
б) тригонометрическими;
в) кусочно- линейными;
г) кусочно-полиномиальными.

20. Суть метода конечных элементов заключается:
а) в решении дифференциальных уравнений методом Эйлера;
б) в преобразовании дифференциальных уравнений в алгебраические;
в) в преобразовании дифференциальных уравнений в трансцендентные;
г) все перечисленное.

21. Повышение густоты сетки способствует:
а) повышению точности;
б) снижению потребного машинного времени;
в) снижению точности;
г) не имеет практического значения.

22. Повышение густоты сетки требует:
а) пересмотра условий задачи;
б) готовности считать приемлемым результат с меньшей точностью;
в) повышения вычислительных ресурсов;
г) все вышеперечисленное.

23. Численные методы, как правило, применяют:
а) в любом случае;

б) при решении тривиальных задач;

в) при решении сложных задач, когда затруднено аналитическое решение;

г) для поверки аналитического решения.

24. Метод наименьших квадратов позволяет:

а) получить аналитическое выражение кривой с заданной точностью в узловых точках;

б) получить аналитическое выражение кривой с заданной точностью в любых точках;

в) получить аналитическое выражение кривой с заданной точностью в во всей области определения;

г) назначить рациональное разбиение.

25. Признаком сходимости решения является:

а) хаотичность результатов в сериях итераций;

б) рост разности полученных в соседних итерациях результатов;

в) снижение разности полученных в соседних итерациях результатов;

г) стабильностью разности полученных в соседних итерациях результатов.

Вопросы, характеризующие сформированность компетенции ОПК-5

1. Равновесие, в соответствие с определением, является:

а) процессом;

б) явлением;

в) действием;

г) качеством.

2. Кинематическая неизменяемость предполагает:

а) отсутствие степеней свободы;

б) одну степень свободы;

в) две степени свободы;

г) три степени свободы.

3. Для перевода свободного тела в состояние кинематической неизменяемости требуется наложить:

а) одну связь;

б) две связи;

в) три связи;

г) более трех связей.

4. Устойчивость конструкции - это:

а) способность сохранять форму и размеры при действии внешней нагрузки;

б) способность воспринимать действующие нагрузки без разрушения;

в) способность восстанавливать исходную форму равновесия после снятия внешней нагрузки;

г) способность сохранять исходную форму равновесия при действии внешней нагрузки.

5. При местной потери устойчивости конструкция:

а) сохраняет несущие свойства;

б) разрушается;

в) теряет кинематическую неизменяемость;

г) становится статически неопределимой.

6. В тонкостенной балке стенка работает:

а) на сдвиг;

б) на кручение;

в) на растяжение;

г) на сжатие.

7. В тонкостенной балке стойка работает:

а) на сдвиг;

б) на кручение;

в) на растяжение;

г) на сжатие.

8. Давление, действующее в плоскости, параллельной срединной линии пластины, вызывает ее:

а) изгиб;

б) кручение;

в) сжатие;

г) все перечисленное.

9. При работе на сдвиг в стенке возникают:

а) нормальные напряжения;

б) касательные напряжения;

в) критические нормальные напряжения;

г) цепные напряжения.

10. В тонкостенной балке пояс, работающий на сжатие, как правило имеет:

а) меньшую площадь;

б) большую площадь;

в) такую же площадь;

г) может вообще отсутствовать.

11. Изгиб вызывает в сечении:

а) касательные напряжения;
б) разного знака касательные напряжения;
в) нормальные напряжения;
г) разного знака нормальные напряжения.

12. Интеграл по площади сечения от нормальных напряжений от чистого изгиба равен:
а) нулю;
б) силе реакции опоры;
в) линейной деформации;
г) отношению прогиба к длине.

13. Касательные напряжения от поперечной силы:
а) постоянны по сечению;
б) меняются в направлении, перпендикулярном действию силы;
в) меняются в направлении, параллельном действию силы;
г) меняются в произвольном направлении.

14. Нормальные напряжения от нормальной силы:
а) постоянны по сечению;
б) меняются в направлении, перпендикулярном действию силы;
в) меняются в направлении, параллельном действию силы;
г) меняются в произвольном направлении.

15. Большой вырез создает сложности в работе конструкции:
а) на растяжение;
б) на изгиб;
в) на кручение;
г) на сжатие.

16. Увеличение длины пластины при работе на сжатие приводит:
а) к росту критической нагрузки;
б) к снижению критической нагрузки;
в) к местной потере устойчивости;
г) к увеличению критических напряжений.

17. Подкрепление пластины продольными элементами:
а) повышает ее общую устойчивость;
б) повышает ее местную устойчивость;
в) снижает общую и повышает местную устойчивость;
г) не влияет на устойчивость.

18. Модуль Юнга характеризует:
а) весовую эффективность материала;
б) антикоррозионные свойства материала;

в) прочность материала;
г) упругость материала.

19. Уменьшение радиуса оболочек приближает их свойства:
а) к тонкостенным стержням;
б) к прямоугольным пластинам;
в) к массивным телам;
г) к валам сплошного сечения.

20. Для ударных нагрузок, относительно статических, характерно:
а) снижение напряжений;
б) неизменность напряжений;
в) рост напряжений;
г) отсутствие напряжений.

21. Стабильность напряжения при росте деформации характерно:
а) для упругости;
б) для начала разрушения;
в) для текучести;
г) для потери устойчивости.

22. Снижение напряжения при росте деформации характерно:
а) для упругости;
б) для начала разрушения;
в) для текучести;
г) для потери устойчивости.

23. Рост напряжения при росте деформации характерен:
а) для упругости;
б) для начала разрушения;
в) для текучести;
г) для потери устойчивости.

24. Для восприятия и передачи сосредоточенной поперечной силы в ТСБ предназначены:
а) пояса;
б) стенка;
в) стойка;
г) ось симметрии.

25. Изгибное кручение характерно:
а) для сечений с вырезом;
б) для сплошных сечений;
в) для тонкостенных сечений, образующих замкнутые контуры;
г) для любых сечений.

Вопросы, характеризующие сформированность компетенции ОПК-8

1. Для проектировочных расчетов характерно:
а) знание о характеристиках сечения;
б) знание о действующей нагрузке;
в) знание о применяемом материале;
г) знание обо всем перечисленном.

2. Для поверочных расчетов характерно:
а) знание о характеристиках сечения;
б) знание о действующей нагрузке;
в) знание о применяемом материале;
г) знание обо всем перечисленном.

3. Решением алгебраического уравнения является:
а) точка;
б) прямая;
в) произвольная функция;
г) функционал.

4. Решением дифференциального уравнения является:
а) точка;
б) прямая;
в) произвольная функция;
г) функционал.

5. Выходным сигналом из интегрирующего звена при нулевом входе будет являться:
а) нуль;
б) нуль или постоянная величина;
в) линейная зависимость;
г) произвольный сигнал.

6. Выходным сигналом из интегрирующего звена при непрерывном сигнале на входе будет являться:
а) всегда нуль;
б) непрерывный сигнал;
в) функция, имеющая разрыв первого рода;
г) функция, имеющая разрыв второго рода.

7. Выходным сигналом из интегрирующего звена при подаче на вход функции, имеющей разрыв первого рода, будет являться:
а) всегда нуль;
б) непрерывный сигнал;

в) функция, имеющая разрыв первого рода;
г) функция, имеющая разрыв второго рода.

8. Линейные деформации имеют размерность:
а) безразмерные;
б) длины;
в) частоты;
г) давления.

9. Касательные напряжения имеет размерность:
а) безразмерный;
б) времени;
в) частоты;
г) давления.

10. Угловые деформации имеют размерность:
а) безразмерные;
б) длины;
в) частоты;
г) давления.

11. Общая деформация твердого тела задается:
а) тремя компонентами;
б) шестью компонентами;
в) девятью компонентами;
г) двенадцатью компонентами.

12. Интеграл Мора используется для определения:
а) деформации;
б) площади сечения;
в) перемещения;
г) потенциальной энергии.

13. Интеграл Мора является результатом применения:
а) статистического анализа;
б) метода Монте-Карло;
в) метода сечений;
г) закона сохранения энергии.

14. Формы собственных колебаний с ростом порядкового номера предполагают:
а) увеличение частоты;
б) увеличение периода;
в) увеличение скорости звука в среде;
г) уменьшение частоты.

15. Формы собственных колебаний с ростом порядкового номера предполагают:

а) увеличение амплитуды;

б) уменьшение амплитуды;

в) постоянство амплитуды;

г) существенное увеличение амплитуды.

16. Формула Эйлера при малой гибкости стержня дает результат:

а) заниженный;

б) точный;

в) завышенный;

г) применимость формулы Эйлера не зависит от гибкости.

17. Формула Журавского при малой гибкости стержня дает результат:

а) заниженный;

б) точный;

в) завышенный;

г) применимость формулы Журавского не зависит от гибкости.

18. Формула Навье при малой гибкости стержня дает результат:

а) заниженный;

б) точный;

в) завышенный;

г) применимость формулы Навье не зависит от гибкости.

19. Цилиндрическая жесткость имеет размерность:

а) безразмерная;

б) длины;

в) площади;

г) давления;

д) силы;

е) момента силы;

ж) ничего из перечисленного.

20. В качестве разделительного знака при записи чисел в редакторе Microsoft Excel используется:

а) точка;

б) запятая;

в) двоеточие;

г) точка с запятой.

21. В качестве разделительного знака при записи чисел в приложении MathLab&Simulink используется:

а) точка;

б) запятая;
в) двоеточие;
г) точка с запятой.

22. Коэффициент Пуассона имеет размерность:
а) безразмерный;
б) длины;
в) площади;
г) давления;
д) силы;
е) момента силы;
ж) ничего из перечисленного.

23. Метод редукционных коэффициентов является:
а) статистическим;
б) динамическим;
в) эвристическим;
г) итерационным.

24. Гибкость тонкостенного стержня имеет размерность:
а) безразмерный;
б) длины;
в) площади;
г) давления;
д) силы;
е) момента силы;
ж) ничего из перечисленного.

25. Гибкость тонкостенного стержня зависит:
а) от длины и площади сечения;
б) от длины, площади сечения, момента инерции сечения;
в) от длины, условий опирания и момента инерции сечения;
г) от всего перечисленного.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить величину внутренних силовых факторов и построить их эпюры при заданной внешней нагрузки для ТСБ.
2. Определить допустимую нагрузку при заданных геометрических размерах ТСБ.
3. Рассчитать геометрические характеристики пластины для обеспечения ее устойчивости при восприятии заданной внешней нагрузки.
4. Рассчитать сжимающую нагрузку силовой панели, исходя из условия сохранения устойчивости.
5. Рассчитать потребное усиление сечения панели в районе большого

выреза.

6. Расчет предельной сжимающей силы стрингера при заданных материале и характеристиках сечения.

7. Рассчет предельной величины крутящего момента, действующего в сечении с большим вырезом.

8. Определить собственную частоту колебаний элемента конструкции заданных геометрических размерах и условий опирания.

9. Определить напряжения, возникающие в элементе конструкции при ударе.

10. Рассчитать угол поворота сечения при восприятии заданного крутящего момента.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Обосновать рациональную силовую схему крыла.
2. Обосновать рациональное размещения двигателей под крылом.
3. Сопоставление эффективности работы ТСБ и стержневой системы при поперечном изгибе.
4. Сопоставление эффективности работы открытого и замкнутого контура при кручении.
5. Обоснование количества контуров, работающих на кручение.
6. Обоснование характеристик сечения шпангоута с точки зрения формирования требуемого «частотного портрета».
7. Оценка ресурса силовых элементов конструкции.
8. Оценка максимального посадочного веса самолета.
9. Оценка возможности размещения топлива в крыльевых топливных баках.
10. Сравнение эффективности конструкций из традиционных и нетрадиционных материалов.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Расчет ТСБ с параллельными поясами на поперечный и продольно-поперечный изгиб.
2. Цилиндрический изгиб жестких пластин.
3. Приближенное определение критических нагрузок при сжатии тонкостенных стержней.
4. Дифференциальное уравнение изгиба оболочки.
5. Расчет разрушающей нагрузки при растяжении панели.
6. Особенности стесненного кручения замкнутых коробок.
7. Расчет статически неопределимых рам. Метод сил.
8. Общий прием вычислений напряжений при ударе.
9. Определение запаса усталостной прочности.

10.Суть метода конечных элементов.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 7 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 9 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 10 баллов.

При необходимости, с целью повышения объективности оценки, студенту могут задаваться дополнительные вопросы.

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов теста, теоретический вопрос и задача. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, вопрос и задача оценивается по 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 9 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 13 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов.

При необходимости, с целью повышения объективности оценки, студенту могут задаваться дополнительные вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тонкостенные балки и коробки	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, требования к курсовой работе, экзамен.
2	Изгиб и устойчивость прямоугольных пластин	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
3	Устойчивость тонкостенных стержней	ОПК-5	Тест, стандартные

		ОПК-8	практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, требования к курсовой работе, экзамен.
4	Изгиб и устойчивость оболочек	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, требования к курсовой работе, экзамен.
5	Расчет подкрепленных панелей	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
6	Расчет напряжений в сечениях крыла и фюзеляжа	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
7	Крыло и фюзеляж с большим вырезом.	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
8	Поперечные подкрепляющие элементы крыла и фюзеляжа	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
9	Статические определимые и статически неопределимые системы	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, требования к курсовой работе, экзамен.
10	Колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
11	Колебания упругих систем с распределенными параметрами	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные

			задачи, устный опрос, экзамен.
12	Напряжения при ударе	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
13	Сопротивление усталостному разрушению силовых элементов авиационной конструкции	ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.
14	Решение задач строительной механики методом конечных элементов	ОПК-2 ОПК-5 ОПК-8	Тест, стандартные практические задачи, защита лабораторных работ, прикладные задачи, устный опрос, экзамен.

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования назначается из расчета 1 мин. на один вопрос. Затем осуществляется проверка теста аттестующим лицом и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных и прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач аттестующим лицом и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 30 мин

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Светлицкий В. А. Строительная механика машин. Механика стержней. Учебник. - Москва : Физматлит, 2009. - 384 с.

2. Соколов, С. А. Строительная механика и металлические конструкции машин: Учебник / Соколов С. А. - Санкт-Петербург: Политехника, 2012. - 422 с.

3. Методические указания к решению задач по дисциплине "Строительная механика" для студентов специальности 24.05.07 "Самолето- и вертолетостроение" очной формы обучения / Каф. самолетостроения; Сост.: А. П. Будник, Н. В. Лосев. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 25 с.; 19 экз.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, электронные ресурсы научно-технических библиотек ФГБОУ ВО «ВГТУ» http: //www.vorstu.ru/structura/library

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Строительная механика летательного аппарата» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета характеристик ЛА в зависимости от исходных данных. Занятия проводятся путем решения стандартных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Курсовая работа выполняется студентами самостоятельно, в соответствии с индивидуальным заданием в установленные сроки, по методике, излагаемой в предшествующих курсовой работе практических занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы,

	формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в конспект. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП