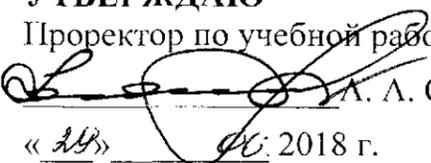


Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе БГТУ  
 А. А. Сакович  
« 28 » 06. 2018 г.

Регистрационный № УД- 058 /уч

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности**

**1–36 01 08 Конструирование и производство изделий  
из композиционных материалов**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1–36 01 08 Конструирование и производство изделий из композиционных материалов ОСВО 1-36 01 08-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. №88, и учебного плана специальности 1-36 01 08 от 15.07.2013 г., рег. № 36-1-004/уч.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**А. В. Спиглазов** – доцент кафедры механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Д. П. Кункевич** – доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования» учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», к.т.н.

**А. В. Касперович** – заведующий кафедрой полимерных композиционных материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», к. т. н., доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»  
(протокол № 11 от 17.05.2018 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»  
(протокол № 7 от 29.06.2018 г.)

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1. Цель и задача учебной дисциплины

«Компьютерные методы конструирования» относится к числу дисциплин специализации 1-36 01 08 01 «Конструирование изделий из полимерных и композиционных материалов».

**Цель изучения дисциплины** – научить будущего инженера применять программные средства ЭВМ для реализации конструкторской деятельности, использовать современные системы САПР для автоматизации процессов проектирования изделий и элементов технологического оборудования, осуществлять вспомогательные расчеты на прочность и жесткость, моделировать основные технологические процессы производства и обработки изделий из композиционных материалов.

**Задача дисциплины** – дать основные возможности современных систем САПР, сведения о структуре построения компьютерных моделей и средствах их реализации для подготовки конструкторской документации (КД), проведения уточненных расчетов с учетом особенностей используемых материалов и компонентов, изучить основные подходы оптимизации по результатам моделирования.

### 1.2. Связь с другими учебными дисциплинами

Дисциплина является прикладной ко всему комплексу общепрофессиональных и специальных дисциплин, преподаваемых студентам специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», и в особенности для специальных дисциплин «Механика композиционных материалов», «Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов», «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» и «Конструирование оборудования и формообразующей оснастки», являющихся базовыми дисциплинами специализации.

При составлении программы учтено, что студенты параллельно с данным курсом изучают основы конструирования и детали машин, механику композиционных материалов, конструирование изделий из пластмасс и технологической оснастки, методы экспериментального исследования материалов и конструкций – дисциплины, при изучении которых также получают профессиональные знания, необходимые для компьютерного моделирования материалов, конструкций и процессов. Выполнение курсового проекта по дисциплине «Основы конструирования и детали машин» дает возможность закрепить навыки трехмерного моделирования деталей и узлов машин, а также формирует навыки оформления конструкторской документации.

В процессе преподавания широко используется материал таких дисциплин, как «Математика», «Физика» (раздел «механика»), «Теоретическая механика», «Механика материалов и конструкций», «Основы конструирования и детали машин», «Материаловедение» и «Технология конструкционных материалов».

### 1.3. Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные направления и тенденции развития средств САПР;
- методологию и общие направления использования компьютерного моделирования;
- основы двумерного трехмерного моделирования;
- основные направления и методологию использования метода конечных элементов при решении инженерных задач;
- основы моделирования изделий и элементов оборудования с учетом технологии формообразования и последующей обработки;
- методику оптимизации результатов моделирования по полученным данным;
- основные принципы подготовки трехмерных моделей к выводу на печать и возможности специализированного программного обеспечения.

**уметь:**

- определять исходные данные для процесса компьютерного моделирования, оптимизировать структуру модели;
- создавать и редактировать двухмерные и трехмерные модели тел;
- оформлять КД на детали и сборочные единицы;
- создавать и использовать собственные библиотеки типовых изделий;
- проводить расчеты для твердотельных моделей на прочность, жесткость, устойчивость в том числе с учетом теплофизических процессов;
- осуществлять оптимизацию геометрии изделий по эксплуатационным требованиям;
- моделировать основные операции технологических процессов производства и обработки изделий из композиционных материалов;
- осуществлять оптимизацию геометрии модели под трехмерные технологии аддитивного синтеза;
- анализировать полученные данные и проводить оптимизацию.

**владеть:**

- методологией создания, управления и оптимизации трехмерной геометрии моделей с помощью САПР;
- навыками оформления конструкторской и технологической документации с помощью САПР;
- навыками составления расчетных схем и проведения инженерного анализа с помощью компьютерных средств;
- методами моделирования технологических процессов производства изделий из композиционных материалов;
- навыками подготовки модели и вывода ее на печать по аддитивным технологиям синтеза.

#### 1.4. Требования к компетенциям специалиста

##### *Академические компетенции*

Студент должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Владеть навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

##### *Социально-личностные компетенции*

Студент должен:

- СЛК-6. Уметь работать в команде.
- СЛК-8. Быть ответственным за выполнение поручений и принятие решений.

##### *Профессиональные компетенции*

Студент должен быть способен:

- ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.
- ПК-9. Разрабатывать на изделия из полимерных и композиционных материалов, средства испытаний и средства технологического оснащения следующую техническую документацию:
  - проектную конструкторскую – аванпроект, техническое предложение, эскизный и технический проект;
  - рабочую конструкторскую, эксплуатационную и ремонтную;
  - технологическую – для стадий предварительного проекта, опытного образца и серийного производства.
- ПК-10. Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования композиционных материалов, изделий и технологических процессов.
- ПК-12. Оценивать технический уровень и экономическую эффективность принимаемых технических решений.
- ПК-20. Осуществлять технологическую подготовку и планирование производства изделий из композиционных материалов, в т. ч. с использованием компьютерных технологий.
- ПК-21. Оценивать технологичность конструкции изделий по технико-экономическим показателям.

ПК-30. Анализировать работу по установленному заданию, оформлять отчетную документацию и готовить информацию и доклады для руководства.

### 1.5. Структура и содержание учебной дисциплины

Форма получения высшего образования – очная, дневная.

На изучение дисциплины отводится 310 часов, в том числе 168 часов аудиторных занятий, из них 68 часов лекций и 100 часов лабораторных занятий.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам составляет:

Зачет	Экзамен	Распределение часов по видам занятий				Распределение часов по семестрам				
		Семестры	Всего часов	Аудиторных	Лекции	Лаб. занятия	Семестр	Всего часов	Аудиторных	Лекции
6,7	8	310	168	68	100	6	102	68	34	34
						7	88	52	18	34
						8	120	48	16	32

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1 Компьютерные методы конструирования. Актуальность и перспективы**

*1.1 Предмет и задачи дисциплины. Основные программные комплексы САПР. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.*

Дисциплина «Компьютерные методы конструирования». Связь курса с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами. Основная терминология. Направления практического применения. Основные программные комплексы САПР. Классификация, функциональность, совместимость. Способы взаимодействия и обмена данными. Структура организации работы в среде САД программ. Направления использования и основные возможности. Базовые принципы построения моделей. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.

### **2 Основы двумерного моделирования (2D)**

*2.1 Двумерные структуры. Элементы построения двумерных изображений, основные и вспомогательные.*

Базовые элементы при работе с двумерной графикой. Классификация, основные направления использования. Правила построения упорядоченных структур двумерных объектов, классификация по назначению, методы создания и редактирования. Взаимная привязка базовых элементов. Создание двумерных изображений, классификация по назначению. Использование структур из вспомогательных элементов. Эскизирование. Методы редактирования и модификации двумерных элементов. Использование фрагментов, составные двумерные изображения. Использование слоев, уровней и приоритетов отображения.

*2.2 Переменные и средства работы с ними.*

Назначение параметризации моделей. Типы переменных, способы создания, редактирования и направления использования. Использование стандартных и создание пользовательских библиотек типовых деталей. Базы данных для переменных, обмен данными. Создание диалоговых окон управления геометрией модели.

*2.3 Оформление конструкторской документации(КД).*

Последовательность и основные правила оформления чертежей с помощью САПР. Использование слоев, уровней и приоритетов отображения. Основные и вспомогательные элементы оформления. Классификация элементов оформления КД, основные правила использования, способы редактирования и модификации. Автоматизация процесса оформления. Простановка размеров и допусков. Создание сборочных чертежей. Оформление сборочных чертежей. Отображения элементов. Спецификации. Автоматическое формирование спецификаций, настройка и редактирование. Технические требования и характеристики. Сохранение и вывод на печать конструкторской документации, настройка. Совместная печать нескольких документов. Экспорт, импорт чертежей.

### **3 Основы трехмерного моделирования (3D)**

*3.1 Принципы создания объемных тел. Классификация объектов моделирования.*

Механизмы создания трехмерных (3D) элементов и их совокупности. Алгоритм построения модели. Классификация элементов по назначению, основные направления использования. Вспомогательные элементы построения. Настройка рабочего поля. Классификация вспомогательных элементов, направления использования по назначению, способы создания и редактирования.

*3.2 Базовые операции трехмерного моделирования.*

Классификация основных операций твердотельного моделирования. Возможности и направления использования. Настройка и оптимизация параметров.

*3.3 Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел.*

Назначение и классификация вспомогательных операций. Иерархия и приоритеты по использованию. Ограничения по применению. Редактирование геометрии объемных тел. Механизм создания оболочечных конструкций. Основные направления создания тонкостенной геометрии. Используемые операции моделирования и редактирования, их возможности и ограничения. Моделирование процессов деформации твердотельной геометрии путем гибки и штамповки. Основные направления моделирования и редактирования поверхностей сложной формы. Получение твердотельной геометрии модели путем трансформации граней тел.

*3.4 Функциональные расчеты с помощью переменных. Оптимизация*

Построение геометрии моделей путем функциональных расчетов с использованием переменных. Возможности оптимизации геометрии по установленным критериям.

*3.5 Создание чертежей по трехмерным моделям.*

Оформление КД по трехмерным моделям. Двухмерные проекции, дополнительные виды, местные разрезы, аксонометрия. Настройка параметров. Подготовка отчетов и оформление спецификаций.

### **4 Сборочные единицы (3D)**

*4.1 Создание 3D моделей сборочных единиц. Оформление конструкторской документации*

Основные возможности создания 3D моделей сборочных элементов. Отличительные особенности моделирования «сверху-вниз», «снизу-вверх», фрагментирование, детализовка. Основные способы привязки элементов в сборке, описание степеней свободы. Использование координатных систем и создание сопряжений, основные возможности и ограничения по использованию. Кинематическое перемещение элементов в сборке.

*4.2 Автоматизация геометрических преобразований при построении трехмерных моделей сборок.*

Основные направления редактирования геометрии деталей при построении 3D моделей сборочных элементов. Понятие гибких (коннекторных) связей

и адаптивных фрагментов, область применения. Основные возможности проверки геометрии трехмерных моделей и сборочных единиц. Обмен данными между приложениями САПР путем экспорта и импорта трехмерных объектов.

## **5 Использование метода конечных элементов при решении инженерных задач**

*5.1 Основы расчета по методу конечных элементов. Типы и направления решаемых задач.*

Использование метода конечных элементов для решения инженерных задач. Основы моделирования и расчета по МКЭ. Типы решаемых задач и возможность их совмещения. Системы единиц измерения величин. Точность расчетных данных.

*5.2 Требования к геометрии расчетных моделей.*

Основные требования к геометрии трехмерных объектов. Допущения и упрощения. Адаптация трехмерной геометрии изделий под выполняемый инженерный анализ. Вспомогательные элементы построения и операции моделирования. Классификация и назначение вспомогательных элементов построения и операций моделирования. Типы координатных систем, классификация по назначению, правила использования. Булевы операции.

*5.3 Описание структуры и свойств материалов.*

Возможные способы описания свойств материалов, использование графиков и аналитических зависимостей. Классификация по назначению. Использование стандартных и создание пользовательских библиотек материалов.

*5.4 Принципы разбиения моделей на конечные элементы.*

Классификация конечных элементов по назначению, основные типы. Выбор типа и формы конечных элементов в зависимости от вида решаемой задачи и исходной геометрии модели. Управление количеством и размерами конечных элементов.

*5.5 Статические и динамические процессы. Нелинейный анализ.*

Отличительные особенности статического и динамического анализа. Классификация динамических задач, описание параметром. Понятие нелинейного анализа, настройки, сходимость расчета. Запуск анализа на перерасчет.

*5.6 Виды представления и способы обработки результатов расчета.*

Результаты расчет, возможные варианты отображение. Критерии значимости результатов и анализ полученных данных.

## **6 Расчеты на прочность и жесткость. Кинетика разрушения**

*6.1 Постановка задачи и подготовка расчетной модели на прочность и жесткость.*

Структура решения задач на прочность и жесткость. Исходные данные, требования к геометрии, описание свойств материалов, граничных условий, внешних силовых факторов, настройки параметров анализа.

*6.2 Статическое и динамическое нагружение.*

Особенности описания статического и динамического воздействия. Использование аналитических зависимостей. Настройки решателя и управление сходимостью результатов.

### *6.3 Модальный анализ.*

Постановка задачи и структура анализа. Исходные данные для подготовки и описания модели. Циклические и вибрационные нагрузки. Результаты расчета и их анализ. Частоты собственных колебаний. Собственные формы, моды и демпфирование. Оценка напряженно-деформированного состояния.

### *6.4 Результаты расчета на прочность и жесткость и их анализ.*

Напряженно-деформированное состояние конструкции. Основные показатели. Представление результатов. Критерии разрушения конструкций. Результаты расчета и их анализ.

## **7 Расчет конструкций на устойчивость**

### *7.1 Постановка задачи и подготовка расчетной модели на устойчивость.*

Структура решения задач на устойчивость. Исходные данные, требования к геометрии, описание свойств материалов, граничных условий, внешних силовых факторов, настройки параметров анализа.

### *7.2 Результаты расчета на устойчивость и их анализ*

Критерии потери устойчивости конструкций. Формы потери устойчивости, границы их использования. Результаты расчета и их анализ.

## **8 Решение задач теплообмена. Усадка и термическое расширение**

### *8.1 Постановка задачи и подготовка расчетной модели для задач теплообмена.*

Структура решения задач термодинамики для твердых тел. Стационарный и нестационарный анализ. Исходные данные, требования к геометрии, описание свойств материалов, граничных условий, внешних факторов, настройки параметров анализа.

### *8.2 Результаты расчета на теплообмен и их анализ.*

Критерии останова анализа. Результаты расчета и обработка. Потеря формы при термическом воздействии и оценка усадочных напряжений

## **9 Совмещение анализов разнородных задач.**

### *9.1 Понятие совмещенного анализа. Особенности описания граничных условий и обмен ими. Результаты расчета и их анализ.*

Совмещенный анализ, классификация, основные направления использования. Принципы построения моделей, требования к геометрии и сетке конечных элементов. Последовательность выполнения анализа. Описание граничных условий. Результаты расчета и их анализ.

## **10 Моделирование средств технологического оснащения**

### *10.1 Классификация элементов и основных систем технологической оснастки.*

Основные типы технологической оснастки и их структура. Особенности моделирования геометрии формообразующих деталей и сборочных единиц. Использование параметризации и библиотек стандартных элементов. Выделение и подготовка геометрии типовых элементов. Создание базы дан-

ных типовых деталей по размерам и конструктивному исполнению. Составление библиотек типовых элементов.

#### *10.2 Создание параметрических пакетов узлов оборудования.*

Использование библиотек типовых элементов для подготовки пакетов основных систем технологической оснастки. Описание взаимосвязей между параметрами различных деталей. Использование средств автоматической компоновки чертежей сборочных элементов для подготовки КД на оснастку. Настройки параметров. Особенности оформления.

### **11 Моделирование основных технологических процессов**

#### *11.1 Процесс прессования изделий.*

Моделирование процесса глубокого деформирования тела постоянного объема между элементами неизменной геометрии. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничных условий, внешних факторов, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

#### *11.2 Процесс литья под давлением.*

Моделирование технологического процесса формообразования детали литьем под давлением. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

#### *11.3 Процесс экструдирования.*

Моделирование технологического процесса формообразования детали экструдированием. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

### **12 Технологии трехмерного синтеза и оцифровки**

#### *12.1 Сканирование и оцифровка натурального объекта.*

Основные виды сканирования, достоинства и недостатки. Оптическое сканирование, особенности подготовки натурального образца. Процесс сканирования, основные операции и их последовательность. Обработка сканированных изображений. Твердотельная цифровая модель. Качество сканирования.

#### *12.2 3D-печать. Подготовка модели изделия к печати.*

Виды аддитивных технологий. Особенности конструирования изделий и оптимизация геометрии. Подготовка трехмерной геометрии к выводу на печать. Основные структурные элементы геометрии, особенности настройки их параметров. Определение технологических показателей материалов. Настройки оборудования и вывод на печать. Критерии оценки качества конечного изделия.

### **13 Современные направления развития САПР**

*13.1 Актуальные задачи процесса конструирования. Пути автоматизации конструкторской деятельности.*

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6
<i>6 семестр</i>					
<b>1</b>	<b>Компьютерные методы конструирования. Актуальность и перспективы</b>	<b>2</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	
1.1	Предмет и задачи дисциплины. Основные программные комплексы САПР. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.	2	–	–	Зачет
<b>2</b>	<b>Основы двумерного моделирования (2D)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
2.1	<i>Двумерные структуры. Элементы построения двумерных изображений, основные и вспомогательные.</i>	2	2	2	Зачет, защита отчета
2.2	<i>Переменные и средства работы с ними.</i>	2	2	1	Зачет, защита отчета
2.3	<i>Оформление конструкторской документации (КД).</i>	2	2	2	Зачет, защита отчета
	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
<b>3</b>	<b>Основы трехмерного моделирования (3D)</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
3.1	<i>Принципы создания объемных тел. Классификация объектов моделирования.</i>	2	–	–	Зачет
3.2	<i>Базовые операции трехмерного моделирования.</i>	2	4	4	Зачет, защита отчета
3.3	<i>Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел.</i>	2	4	4	Зачет, защита отчета
3.4	<i>Функциональные расчеты с помощью переменных. Оптимизация</i>	2	2	2	Зачет, защита отчета
3.5	<i>Создание чертежей по трехмерным моделям.</i>	2	2	1	Зачет, защита отчета
	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	

1	2	3	4	5	6
<b>4</b>	<b>Сборочные единицы (3D)</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
4.1	Создание 3D моделей сборочных единиц. Оформление конструкторской документации	2	2	2	Зачет, защита отчета
4.2	Автоматизация геометрических преобразований при построении трехмерных моделей сборок.	2	2	1	Зачет, защита отчета
	Контрольное тестирование по разделу			1	
<b>5</b>	<b>Использование метода конечных элементов при решении инженерных задач</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
5.1	Основы расчета по методу конечных элементов. Типы и направления решаемых задач.	2	–	–	Зачет (экзамен)
5.2	Требования к геометрии расчетных моделей.	2	2	1	Зачет (экзамен), защита отчета
5.3	Описание структуры и свойств материалов.	2	4	4	Зачет (экзамен), защита отчета
5.4	Принципы разбиения моделей на конечные элементы.	2	2	2	Зачет (экзамен), защита отчета
5.5	Статические и динамические процессы. Нелинейный анализ.	2	2	2	Зачет (экзамен), защита отчета
5.6	Виды представления и способы обработки результатов расчета.	2	2	1	Зачет (экзамен), защита отчета
	Контрольное тестирование по разделу			1	
	Подготовка к лабораторным занятиям			1	
	<b>Всего за 6 семестр:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
<b>7 семестр</b>					
<b>6</b>	<b>Расчеты на прочность и жесткость. Кинетика разрушения</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	
6.1	Постановка задачи и подготовка расчетной модели на прочность и жесткость.	2	6	4	Зачет (экзамен), защита отчета
6.2	Статическое и динамическое нагружение.	2	2	6	Зачет (экзамен), защита отчета
6.3	Модальный анализ.	2	2	2	Зачет (экзамен), защита отчета
6.4	Результаты расчета на прочность и жесткость и их анализ.	2	2	1	Зачет (экзамен), защита отчета

	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
1	2	3	4	5	6
<b>7</b>	<b>Расчет конструкций на устойчивость</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	
7.1	<i>Постановка задачи и подготовка расчетной модели на устойчивость.</i>	2	6	4	Зачет (экзамен), защита отчета
7.2	<i>Результаты расчета на устойчивость и их анализ</i>	2	2	3	Зачет (экзамен), защита отчета
	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
<b>8</b>	<b>Решение задач теплообмена. Усадка и термическое расширение</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	
8.1	<i>Постановка задачи и подготовка расчетной модели для задач теплообмена.</i>	2	6	4	Зачет (экзамен), защита отчета
8.2	<i>Результаты расчета на теплообмен и их анализ.</i>	2	2	3	Зачет (экзамен), защита отчета
	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
<b>9</b>	<b>Совмещение анализов разнородных задач</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
9.1	<i>Понятие совмещенного анализа. Особенности описания граничных условий и обмен ими. Результаты расчета и их анализ.</i>	2	6	5	Зачет (экзамен), защита отчета
	<i>Подготовка к лабораторным занятиям</i>			1	
	<b>Всего за 7 семестр:</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	
	<b>8 семестр</b>				
<b>10</b>	<b>Моделирование средств технологического оснащения</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	
10.1	<i>Классификация элементов и основных систем технологической оснастки.</i>	2	4	8	Экзамен, защита отчета
10.2	<i>Создание параметрических пакетов узлов оборудования.</i>	2	4	11	Экзамен, защита отчета
	<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
<b>11</b>	<b>Моделирование основных технологических процессов</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	
11.1	<i>Процесс прессования изделий.</i>	2	4	8	Экзамен, защита отчета
11.2	<i>Процесс литья под давлением.</i>	2	6	12	Экзамен, защита отчета
11.3	<i>Процесс экструдирования.</i>	2	4	7	Экзамен, защита отчета

		<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
1	2	3	4	5	6	
<b>12</b>	<b>Технологии трехмерного синтеза и оцифровки</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>22</b>		
12.1	<i>Сканирование и оцифровка натурального объекта.</i>	2	4	8	Экзамен, защита отчета	
12.2	<i>3D-печать. Подготовка модели изделия к печати.</i>	2	6	13	Экзамен, защита отчета	
		<i>Контрольное тестирование по разделу</i>			1	
<b>13</b>	<b>Современные направления развития САПР</b>	<b>2</b>	<b>–</b>	<b>2</b>		
13.1	<i>Актуальные задачи процесса конструирования. Пути автоматизации конструкторской деятельности.</i>	2	–		Экзамен	
		<i>Подготовка к лабораторным занятиям</i>			2	
		<b>Всего за 8 семестр:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>72</b>	
		<b>Всего:</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>142</b>	

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Перечень основной литературы

1. Басов, К. А. ANSYS: справочник пользователя / Басов, К. А. – Москва: ДМК Пресс, 2012. – 639 с.
2. Хейфец, А. Л. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. пособие для бакалавров / под. ред. А. Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 464 с.
3. Большаков, В. П. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor: учеб. пособие для студентов ВУЗов / В. Большаков, А. Бочков. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 299 с.
4. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера: практическое руководство [Электронный ресурс] / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – Изд. стереотипное. – Москва: URSS, Либроком, 2015. – 269 с. – Режим доступа : <http://bibliot.vsavm.by/index.php/v-pomoshch-nauchnoj-rabote/30-pravila-oformleniya-spiska-literatury>. – Дата доступа : 15.05.2018.
5. Бруйка, В. А. Инженерный анализ в ANSYSWorkbench. Часть 1. [Электронный ресурс] / В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. – Самара: СГТУ, 2010 г. – 148 с. – Режим доступа : [https://vk.com/topic-84683810\\_31550442](https://vk.com/topic-84683810_31550442). – Дата доступа : 15.05.2018.
6. Бруйка, В. А. Инженерный анализ в ANSYSWorkbench. Часть 2. [Электронный ресурс] / В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. – Самара: СГТУ, 2013 г. – 148 с. – Режим доступа : <http://bibliot.vsavm.by/index.php/v-pomoshch-nauchnoj-rabote/30-pravila-oformleniya-spiska-literatury>. – Дата доступа : 15.05.2018.

### 4.2. Перечень дополнительной литературы

1. Гарабажиу, А. А. Основы трехмерного параметрического моделирования деталей машин в системе КОМПАС-3D: учебно-методическое пособие / А. А. Гарабажиу. – Минск: БГТУ, 2006. – 95 с.
2. Чигирев, А. В. ANSYS для инженеров: Справочное пособие / А. В. Чигирев, А.С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. – М.: Мощностростение-1, 2004. – 512 с.
3. Джонс, Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
4. Дацко, М. Метод конечных элементов в статике сооружений / М. Дацко, С. Доброчинский, М. Вечорек; под общ. ред. Я. Шмилтер. – М.: Стройиздат, 1986. – 220 с.
5. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я. Дитрих. – М.: Мир, 1981. – 454 с.

### 4.3. Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Вид занятий	Семестр		
	6	7	8
самостоятельная (дополнительная) проработка тем курса	29	32	67
подготовка к лабораторным занятиям	1	1	2
подготовка и участие в мероприятиях текущего контроля знаний (тестирование)	4	3	3
<b>Всего</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен</b>

Задания для самостоятельной проработки тем теоретического раздела курса выдаются преподавателем, читающим лекционный курс дисциплины, на лекции, посвященной данной тематике.

Задания по подготовке к лабораторным занятиям выдается преподавателем, ведущим занятия, в период их проведения. Защита лабораторных работ студентами проводится в присутствии преподавателя, выдавшего задание на выполнение этого вида самостоятельной работы.

Проведение мероприятий текущего контроля знаний (тестирование) осуществляется за счет времени самостоятельной работы студента, с использованием бланков тестового контроля.

Результаты текущего контроля знаний используются при проведении мероприятий промежуточного (аттестация) и текущего (зачет, экзамен) контроля знаний.

#### 4.4. Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- экзамен, зачет;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- электронные тесты.

Форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – защита лабораторных работ, защита индивидуальных заданий по практическим занятиям.

Весовые коэффициенты:  $K_{\text{межс1}} = 0,2$ ;  $K_{\text{межс2}} = 0,3$ ;  $K_{\text{тек}} = 0,5$ .

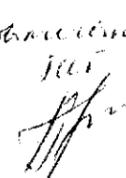
#### 4.5. Примерный перечень тем лабораторных занятий

На лабораторных занятиях студенты получают практические навыки твердотельного моделирования и расчета различного типа изделий и сборочных элементов на их основе. Предлагается следующий перечень работ:

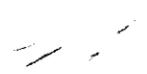
1. Создание двумерных графических объектов и составных изображений;
2. Параметризация двумерных структур;

3. Оформление конструкторской документации на примере использования двумерных структур;
4. Создание трехмерных моделей изделий;
5. Функциональные расчеты с использованием переменных;
6. Оформление конструкторской документации по трехмерным моделям изделий;
7. Создание 3D моделей сборочных единиц. Оформление конструкторской документации;
8. Использование адаптивных фрагментов, гибких связей и переменных для автоматизации процесса создания сборочных единиц;
9. Создание, редактирование и подготовка трехмерной модели геометрии деталей для инженерного анализа;
10. Описание структуры и свойств материалов;
11. Разбиение модели на конечные элементы;
12. Статические и динамические процессы. Нелинейный анализ;
13. Виды представления и способы обработки результатов расчета;
14. Расчеты на прочность и жесткость;
15. Расчет конструкций на устойчивость;
16. Решение задач теплообмена;
17. Совмещение анализов разнородных задач;
18. Создание параметрической модели пресс-формы;
19. Моделирование процесса прессования изделий;
20. Моделирование процесса литья под давлением;
21. Моделирование процесса экструзии;
22. Оптическое сканирование и оцифровка геометрии натурального объекта;
23. Подготовка трехмерной модели к печати;
24. Изучение FDM-технологии 3D-печати изделий;
25. Изучение анизотропии материалов аддитивного синтеза и оценка качества синтезированных изделий.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Конструирование и расчет изделий из композиционных материалов	Кафедра механики и конструирования	Замечаний нет 	
Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов	Кафедра механики и конструирования	Замечаний нет 	
Конструирование оборудования и формообразующей оснастки	Кафедра механики и конструирования	Замечаний нет 	

Зав. кафедрой  
механики и конструирования



А. В. Спиглазов