

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик

(подпись)

_____ 01.07. 2021

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-27-67/уч.

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств
(по направлениям)

направление:

1-53 01 01-01 Автоматизация технологических процессов и производств
(машиностроение и приборостроение)

специализация:

1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки производства

2021 г.

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-53 01 01-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» направления 1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение)» специализации 1-53 01 01-01 02 «Автоматизация технологической подготовки производства» (рег. № I 53-1-02/уч от 06.02.2019, рег. № I 53-1-11/уч от 06.02.2019, рег. № I 53-1-04/уч от 05.02.2020).

СОСТАВИТЕЛЬ:

М.Ю. Целуев, доцент кафедры «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Гуцев Дмитрий Михайлович, заведующий сектором ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси», к.т.н.

Попов Виктор Борисович, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 11 от «15» мая 2021 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от «07» июня 2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 30 июня 2021 г.).

Регистрационный номер МСФ УД-ТМ 369/уч от «07» июня 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы автоматизации конструирования технических систем» является получение студентами теоретических знаний и формирование практических навыков по использованию методов компьютерного проектирования и расчета в процессе разработки изделий машиностроения, методов трехмерного геометрического моделирования и создания ассоциативных конструкторских документов изделий на основе трехмерных моделей.

Основными задачами при изучении дисциплины являются:

- ознакомление студентов с основными этапами конструирования технических систем;
- изучение методологии автоматизированного проектирования технических систем;
- ознакомление с основными видами и характеристиками систем автоматизированного проектирования в машиностроении;
- приобретение практических навыков трехмерного геометрического моделирования изделий машиностроения;
- получение практических навыков создания ассоциативных конструкторских документов на основе трехмерных геометрических моделей изделий;
- ознакомления с методами инженерного анализа и оптимизации конструкции изделий машиностроения с применением систем автоматизированного проектирования.

Требования к компетентности специалиста

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные этапы и методологию автоматизированного конструирования и проектирования технических систем;
- назначение и характеристики САПР для инженерного анализа и конструирования изделий машиностроения;
- методики параметрического конструирования;
- методы автоматизированного построения трехмерных геометрических моделей и конструкторских документов изделий машиностроения;
- методы инженерного анализа и оптимизации изделий машиностроения;

уметь:

- осуществлять построение трехмерных параметрических геометрических моделей изделий машиностроения при использовании автоматизированных систем;

- выполнять конструкторские документы изделий на основе их трехмерных геометрических моделей в соответствии с требованиями ЕСКД с применением автоматизированных систем проектирования;
 - осуществлять прочностной и тепловой анализ машиностроительных деталей и узлов;
 - осуществлять параметрическую и топологическую оптимизацию конструкции изделий;
- владеть:
- навыками работы в САПР инженерного анализа и конструирования изделий машиностроения;
 - методиками автоматизированного трехмерного моделирования и создания конструкторских документов изделий машиностроения;
 - методиками компьютерного расчета и оптимизации конструкций машиностроительных деталей и узлов.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-53 01 01-2019 по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» специалист должен:

- СК-13.2 знать теоретические основы и технологию проектирования технических систем, принципы работы в современных пакетах САПР, владеть знаниями нормативно-технической базы для решения проектных задач.

Требования к иным компетенциям специалиста.

Специалист должен:

- быть способным использовать вычислительную технику и математические методы для решения инженерных задач в области машиностроения (разработки чертежей, автоматизации проектирования конструкций и др.);
- знать программные средства компьютерного проектирования, методы компьютерного выполнения чертежей и других графических работ;
- знать назначение и характеристики прикладных программных продуктов, используемых в процессе проектирования изделий в машиностроении, уметь использовать наиболее распространенное программное обеспечение для решения типовых задач компьютерного проектирования;
- владеть методами выполнения и чтения машиностроительных чертежей, разработки и оформления конструкторской документации;
- владеть методами 2D и 3D-моделирования различных форм на базе компьютерной графической системы.

Связь с другими учебными дисциплинами

Содержание дисциплины «Основы автоматизации конструирования технических систем» должно быть увязано с содержанием естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как: «Инженерная графика», «Механика материалов», «Технология компьютерного проектирования».

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с типовым учебным планом по специальности

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение дисциплины «Основы автоматизации конструирования технических систем» в соответствии с учебным планом по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» первой степени высшего образования, – 90 часов. Трудоемкость учебной дисциплины, выражаемая в зачетных единицах, – 3.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий	
Курс	4
Семестр	7
Лекции (часов)	18
Лабораторные занятия (часов)	34
Практические занятия (часов)	-
Всего аудиторных (часов)	52

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	нет
Зачет	7 семестр
Зачет дифференцированный	нет
Тестирование	нет
Курсовой проект	нет

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в автоматизированное конструирование технических систем.

Тема 1.1. Основы автоматизированного конструирования.

Цель и основные задачи дисциплины. Виды изделий машиностроения. Виды и комплектность конструкторских документов. Обозначение изделий и конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов. Виды проектирования и конструирования по степени автоматизации.

Тема 1.2. Электронные конструкторские документы.

Электронная геометрическая модель (основные термины и определения). Виды геометрических моделей (каркасная, поверхностная, твердотельная). Электронная геометрическая модель детали и сборочной единицы. Электронная структура изделия.

Тема 1.3. Основы САПР в машиностроении.

Понятие САПР. Виды обеспечения САПР. Этапы жизненного цикла изделий. Применение САПР на различных этапах жизненного цикла изделий. Классификация и характеристика САПР для конструирования и инженерного анализа изделий.

Раздел 2. Трехмерное моделирование технических систем.

Тема 2.1. Трехмерное геометрическое моделирование.

Системы координат. Методика создания трехмерных геометрических моделей. Построение и редактирование параметрического эскиза. Виды параметров. Операции построения трехмерных элементов геометрических моделей деталей. Булевы операции. Способы построения трехмерных геометрических моделей сборочных единиц. Трехмерное моделирование деталей в контексте сборки. Атрибуты геометрических моделей изделий.

Тема 2.2. Создание ассоциативных конструкторских документов.

Пространство листа, виды и слои. Построение ассоциативных с трехмерной геометрией проекций изделий на плоскости. Основные и вспомогательные элементы оформления конструкторских документов. Работа с чертежом детали, сборочным чертежом и спецификацией.

Раздел 3. Инженерный анализ и оптимизация технических систем.

Тема 3.1. Инженерный анализ в машиностроении.

Виды инженерного анализа изделий (анализ напряженно-деформированного состояния, модальный анализ, анализ устойчивости, тепловой анализ). Виды и характеристика САПР для инженерного анализа изделий машиностроения методом конечных элементов.

Тема 3.2. Основы механики сплошной среды.

Формулировка механической и тепловой задач механики сплошной среды (основные уравнения, начальные и граничные условия, физико-механические характеристики материала).

Тема 3.3. Основы метода конечных элементов.

Основные этапы инженерного анализа изделий методом конечных элементов. Создание и импорт геометрических моделей изделий. Виды и харак-

теристика конечных элементов. Способы построения расчетной сетки. Назначение физико-механических характеристик материала. Начальные и граничные условия. Решение задач и анализ результатов расчета. Вычислительный эксперимент в инженерном анализе. Математическая обработка и анализ результатов вычислительного эксперимента.

Тема 3.4. Методы оптимизации технических систем.

Классификация методов оптимизации (условная и безусловная оптимизация, одномерная и многомерная оптимизация, методы оптимизации первого, второго и третьего порядка). Комплексные критерии оптимизации. Методы оптимизации (метод градиента, метод крутого восхождения, метод деформируемого многогранника). Параметрическая, топологическая и структурная оптимизация изделий. Виды и характеристика САПР для решения задач оптимизации технических систем.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Иные		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в автоматизированное конструирование технических систем							
1.1	Основы автоматизированного конструирования	2	2					Зачет, устный опрос
1.2	Электронные конструкторские документы	2	2					Зачет, устный опрос, защита отчетов по лаборат. работам
1.3	Основы САПР в машиностроении	2	2					Зачет, устный опрос
2	Трехмерное моделирование технических систем							
2.2	Трехмерное геометрическое моделирование	2	8					Зачет, устный опрос, защита отчетов по лаборат. работам
2.3	Создание ассоциативных конструкторских документов	2	8					Зачет, устный опрос, защита отчетов по лаборат. работам
3	Инженерный анализ и оптимизация технических систем							
3.1	Инженерный анализ в машиностроении	2						Зачет, устный опрос
3.2	Основы механики сплошной среды	2	2					Зачет, устный опрос
3.3	Основы метода конечных элементов	2	6					Зачет, устный опрос, защита отчетов по лаборат. работам
3.4	Методы оптимизации технических систем	2	4					Зачет, устный опрос, защита отчетов по лаборат. работам
		18	34					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Максимова, А.А. Инженерное проектирование в средах САД. Геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D»: учеб. пособие / А.А. Максимова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 238 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=497289
2. Юшко, С.В. 3D-моделирование в инженерной графике: учебное пособие / С.В. Юшко, Л.А. Смирнова, Р.Н. Хусаинов, В.В. Сагадеев. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 272 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=500424
3. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении: учебник для вузов / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – Москва: Форум, 2008. – 447 с.
4. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций / В.Н. Малюх. – Москва: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.

Дополнительные источники

5. Копылов, Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения: учебник / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 496 с.
6. Дьяконов, А.А. САД/САМ/САЕ/САРР-системы в машиностроении: учебное пособие / А.А. Дьяконов, А.Х. Нуркенов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 169 с.
7. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР: учебное пособие / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Третьяк, О.А. Коршакова. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 196 с.
8. Черепашков, А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – Волгоград: Издательский дом «Ин-Фолио», 2009. – 640 с.
9. Ли, К. – Основы САПР (САД/САМ/САЕ) / К. Ли. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 560 с.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

1. САПР Компас-3D.
2. Машиностроительные библиотеки Компас-3D.
3. Проектор.

Характеристика (описание) инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод);
- элементы интерактивного обучения;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях;
- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении лабораторных работ.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как выполнение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя.

С целью развития у обучающихся навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к экзамену. С целью привлечения обучающихся к участию в конкурсах и олимпиадах можно предложить им индивидуальные задания повышенной степени сложности, которые требуют самостоятельного освоения материала, выходящего за рамки учебной дисциплины, по дополнительной литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы обучающихся необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы обучающихся проверяется в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса по темам и разделам курса.

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний обучающихся осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ и при приеме отчетов по лабораторным работам; устного опроса по темам и разделам курса в ходе текущего контроля знаний; письменного и устного опроса на зачете.

Требования к обучающимся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче зачета по учебной дисциплине при условии выполнения в полном объеме всех лабораторных работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении контроля знаний в период текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами и другими источниками информации, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Трехмерное твердотельное моделирование детали.
2. Создание чертежа детали на основе трехмерной модели.
3. Параметрическое трехмерное моделирование детали.
4. Трехмерное моделирование детали из листового материала.
5. Построение развертки листовой детали на основе трехмерной модели.
6. Трехмерное моделирование сборочной единицы из готовых компонентов.
7. Создание спецификации изделия.
8. Трехмерное моделирование сборочной единицы в контексте сборки.
9. Прочностной расчет детали методом конечных элементов.
10. Тепловой расчет детали методом конечных элементов.
11. Параметрическая оптимизации конструкции детали.
12. Топологическая оптимизации конструкции детали.

Примерный перечень вопросов по дисциплине

1. Виды изделий в машиностроении.
2. Виды конструкторских документов.
3. Комплектность конструкторских документов.
4. Обозначение изделий и конструкторских документов.
5. Стадии разработки конструкторских документов.
6. Виды проектирования по степени автоматизации.
7. Электронная геометрическая модель. Основные термины и определения.
8. Виды геометрических моделей.
9. Электронная геометрическая модель детали.

10. Электронная геометрическая модель сборочной единицы.
11. Электронная структура изделия.
12. Понятие о САПР в машиностроении.
13. Виды обеспечения САПР.
14. Этапы жизненного цикла изделий.
15. Применение САПР на различных этапах жизненного цикла изделий.
16. Классификация САПР для конструирования и инженерного анализа.
17. Характеристика САПР для конструирования изделий машиностроения.
18. Характеристика САПР для инженерного анализа изделий машиностроения.
19. Методика построения трехмерных геометрических моделей в САПР.
20. Параметрическое моделирование. Виды параметров.
21. Операции построения трехмерных элементов геометрических моделей.
22. Булевы операции.
23. Методика построения геометрических моделей сборочных единиц.
24. Атрибуты геометрических моделей.
25. Построение ассоциативных проекций на плоскости на основе трехмерных моделей.
26. Создание и работа с чертежом детали на основе трехмерной геометрии.
27. Основные и вспомогательные элементы оформления чертежей.
28. Создание сборочного чертежа и спецификации на основе трехмерной геометрии сборки.
29. Виды инженерного анализа изделий.
30. Характеристика САПР для инженерного анализа изделий методом конечных элементов.
31. Основные уравнения механической задачи механики сплошной среды.
32. Основные уравнения тепловой задачи механики сплошной среды.
33. Этапы инженерного анализа изделий методом конечных элементов.
34. Виды и характеристика конечных элементов.
35. Способы построения сетки конечных элементов.
36. Физико-механические характеристики линейно-упругого материала.
37. Теплофизические характеристики материала.
38. Анализ результатов инженерного расчета изделий методом конечных элементов.
39. Вычислительный эксперимент в инженерном анализе изделий.
40. Математическая обработка и анализ результатов вычислительного эксперимента.
41. Методы оптимизации технических систем.
42. Комплексные критерии оптимизации.
43. Характеристика САПР для оптимизации конструкции изделий.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Дипломное проектирование	Технология машиностроения	Нет	

Зав. кафедрой
«Технология машиностроения»

Д.Л. Стасенко