

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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д.Асенчик  
\_\_\_\_\_

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_ /уч.

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного  
производства»

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-36 01 03-2013 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и учебных планов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» специализации 1-36 01 03 01 «Металлорежущие станки» № I 36 -1-23/ уч. от 17.09.13, №2 36-1-12/уч. от 12.02.2014

**СОСТАВИТЕЛЬ :**

М.И. Михайлов, заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.А. Кофанов - главный инженер ОАО «Гомельский завод станочных узлов»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_-2017 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования» составлена на основании образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-36 01 03-2013. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и учебных планов специальности.

Методы проектирования производительных, надежных и безопасных машин основываются на использовании передовых научно технических достижений. Поэтому специалисты в области машиностроения должны обладать разносторонними знаниями.

Изучение теоретических методов расчета показателей работоспособности базируется на предельных теоремах фундаментальных исследований.

Современные автоматизированные системы научных исследований создаются на базе готовых компьютерных, аппаратных и программных средств модульного исполнения, выпускаемых по единым стандартам мирового экономического сообщества.

Цель преподавания дисциплины «Системы автоматизированного проектирования», научить моделировать процессы протекающие в оборудовании, инструменте и процессах обработки.

Задачи дисциплины – дать основные понятия о математических моделях отражающих основные показатели технологического оборудования, научить успешно использовать полученные знания на практике, в том числе при формировании САПР.

Курс «Системы автоматизированного проектирования» входит в цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин.

### Требования к освоению учебной дисциплины

#### Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- уметь работать самостоятельно;

#### Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

#### Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

### *Производственно технологическая деятельность*

- владеть информацией о современных системах и методах механизации и автоматизации производства в машиностроении и применять ее в своей профессиональной деятельности;

### *Проектно-конструкторская деятельность*

- разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию по специальности;

- использовать современные методы проектирования и оформления документации;

- разрабатывать проекты создания новых или модернизации действующих участков, цехов, предприятий для механической обработки и сборки машин с технико-экономическим обоснованием проектов;

### *Научно-исследовательская и образовательная деятельность*

- заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью;
- участвовать в создании и совершенствовании современных информационных технологий для машиностроения;

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой;

- проводить исследования механосборочных технологических процессов, оборудования, оснастки, материалов для повышения их эффективности;

- развивать научные методы создания и совершенствования машиностроительных технологий, оборудования, оснастки, производств;

- анализировать и улучшать технологичность конструкций объектов основного производства, оборудования и оснастки в машиностроении;

- осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность по совершенствованию машиностроительных производств, технологий, оборудования, оснастки;

- обеспечивать патентную чистоту принимаемых технических решений;

- использовать современные методы и средства выполнения научных исследований и обработки их результатов, в том числе методов планирования экспериментов, вероятностно-статистические и другие методы моделирования процессов, оценки их надежности и эффективности, средства автоматизации исследований;

- осуществлять обучения персонала, в области технологии машиностроения, управления и обеспечения качества, проектирования механосборочных цехов и технологической оснастки в машиностроении;

- использовать в процессе обучения современные средства представления данных и контроля знаний;

### *Организационно-управленческая деятельность*

- работать с юридической литературой и трудовым законодательством;

- организовать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;

- взаимодействовать со специалистами смежных профилей;
- анализировать и оценивать собранные данные;

### *Инновационная деятельность*

В процессе изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» исходя из требований квалификационной характеристики, студент должен

знать:

- принципы построения и функционирования САПР технологического оборудования
- возможности средств автоматизированного проектирования и управления при производстве и эксплуатации технологического оборудования;
- принципы автоматизированного проектирования типовых узлов технологического оборудования;

уметь:

- формировать расчетные модели для автоматизированного проектирования технологического оборудования;
- осуществлять оценку точности и адекватности расчетных моделей технологического оборудования;
- использовать стандартные пакеты компьютерных программ при автоматизированном проектировании технологического оборудования;
- организовать свою работу в САПР технологического оборудования при участии в коллективном проекте;

владеть:

- методикой автоматизированного проектирования технологического оборудования с использованием стандартных пакетов компьютерных программ;

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования» связана с дисциплинами, «Конструирование и расчет технологического оборудования» и «Проектирование технологических систем».

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования», в соответствии с учебными планами по специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» составляет – 166 ч.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 4,5 зачетные единицы.

## Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Форма получения высшего образования
	Дневная
Курс	5
Семестр	9
Лекции (час.)	34
Лабораторные занятия (час)	34
Всего аудиторных часов	68
Форма текущей аттестации	
Экзамен (семестр)	9

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Задачи и состав САПР технологического оборудования. Преобразования математических моделей в процессе получения расчетных САЕ программ. Выбор численных методов для задач анализа в САПР. Моделирование логистической поддержки изделия в САПР. Алгоритм построения САПР, реализующей восходящее проектирование

Тема 2. Моделирование упругих систем технологического оборудования. Моделирование параметров монтажа оборудования. Моделирование шумовых характеристик станков. Моделирование оборудования с учетом термодинамических процессов. Моделирование тепловых процессов.

Тема 3. Статическое и динамическое моделирование шпиндельных узлов. Математическое моделирование параметрического синтеза шпиндельного узла по критерию жесткости. Математическое моделирование динамики шпиндельных узлов с использованием передаточной функции. Математическое моделирование динамики валов (мотор-шпинделей). Метод переходных матриц при изгибных колебаниях. Статическое моделирование шпиндельных узлов методом конечных элементов.

Тема 4. Моделирование динамики привода подачи технологического оборудования.

Моделирование виброустойчивости процесса резания. Математическое моделирование динамики с использованием переходных матриц. Моделирование динамических процессов механическими цепями

Тема 5. Подсистема САПР направляющих качения.

Тема 6. Моделирование крутильных систем приводов.  
Метод переходных матриц при крутильных колебаниях. Моделирование крутильных систем приводов механическими цепями. Моделирование собственных колебаний приводов станков.

Тема 7. Автоматизированное проектирование коробок скоростей и подач.

Тема 8. Подсистема САПР шпиндельных коробок.  
Пример автоматизированного проектирования раскатки многошпиндельной коробки металлорежущего станка.

Тема 9. Оптимизация параметров технологического оборудования  
Методы решения задач оптимизации. Однопараметрическая оптимизация. Оптимизация функции с ограничениями. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования.

Тема 10. Информационное и техническое обеспечение жизненного цикла технологического оборудования. Анализ форматов растровой графики. 3-D графика. Интерфейсный программный продукт CADfix. Технология быстрого прототипирования (Rapid prototyping)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(Очная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	6	7	8	9
1	Задачи и состав САПР технологического оборудования. Преобразования математических моделей в процессе получения расчетных САЕ программ.	2				Э
2	Выбор численных методов для задач анализа в САПР. Моделирование логистической поддержки изделия в САПР. Алгоритм построения САПР, реализующей восходящее проектирование	2				Э
3	Моделирование упругих систем технологического оборудования. Моделирование параметров монтажа оборудования. Моделирование оборудования с учетом термодинамических процессов.	2	4			ЗЛР, Э
4	Моделирование шумовых характеристик станков.	2				Э
5	Моделирование тепловых процессов.	2				Э
6	Статическое и динамическое моделирование шпиндельных узлов.	2	4			ЗЛР, Э



	Математическое моделирование параметрического синтеза шпиндельного узла по критерию жесткости. Математическое моделирование динамики шпиндельных узлов с использованием передаточной функции.					
7	Математическое моделирование динамики валов (мотор-шпинделей). Метод переходных матриц при изгибных колебаниях.	2				Э
8	Статическое моделирование шпиндельных узлов методом конечных элементов.	2				Э
9	Моделирование динамики привода подачи технологического оборудования. Моделирование виброустойчивости процесса резания.	2	2			ЗЛР, Э
10	Математическое моделирование динамики с использованием переходных матриц.	2				Э
11	Моделирование динамических процессов механическими цепями	2				Э
12	Подсистема САПР направляющих качения. Моделирование крутильных систем приводов. Метод переходных матриц при крутильных колебаниях.	2	4			ЗЛР, Э
13	Моделирование крутильных систем приводов механическими цепями.	2				Э
14	Моделирование собственных колебаний приводов станков.	2				Э
15	Автоматизированное проектирование коробок скоростей и подач. Подсистема САПР шпиндельных коробок.	2	12			ЗЛР, Э

	Пример автоматизированного проектирования раскатки многошпиндельной коробки металлорежущего станка.					
16	Оптимизация параметров технологического оборудования Методы решения задач оптимизации. Однопараметрическая оптимизация. Оптимизация функции с ограничениями. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования.	2	8			ЗЛР, Э
17	Информационное и техническое обеспечение жизненного цикла технологического оборудования. Анализ форматов растровой графики. 3-D графика. Интерфейсный программный продукт CADfix. Технология быстрого прототипирования (Rapid prototyping)	2				Э

Сокращения – Э - экзамен, ЗЛР – защита лабораторных работ;

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков / Г.Н. Васильев. – М.: Машиностроение, 1987.-280с.
2. Михайлов М.И. Математическое моделирование и САПР процессов резания, станков и инструментов / М.И. Михайлов, Гомель, ГГТУ им.П.О.Сухого, 2004.-274с.
3. САПР. Математическое моделирование технических объектов. 4 кн./ В.А. Трудошин, И.В. Пивоварова. - Мн.: Выш.шк., 1988.-159с.

### Перечень дополнительной литературы

4. Дьячко А.Г. ЭВМ кн.8. Решение прикладных задач / А.Г.Дьячко, Н.М. Когдов. – М.: Высш.шк., 1987.-146с.
5. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем / В.П. Тарасик. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997.-640с.

#### Перечень учебно-методической литературы

6. Михайлов М.И. Математическое моделирование и САПР процессов резания, станков и инструментов. – Гомель: ГГТУ, 1998.-34с.
7. Михайлов М.И. Алгоритмизация расчётов типовых механизмов станков. /Практ.пособие по дисциплине «Математическое моделирование и САПР ПР, СиИ» - Гомель: ГГТУ, 1998.-35с.
8. Мурахвер А.С. Автоматизированные методы расчётов узлов и деталей металлорежущих станков. /Метод.указ. курса «Промышленное оборудование автоматических производств» / А.С.Мурахвер, М.И. Михайлов, А.П. Лепший. - Гомель: ГПИ, 1989.-37с.

Средства диагностики, процедур оценки уровня знаний  
Для диагностики компетентности результатов учебной деятельности  
применяются следующие формы контроля:

1. Устная форма в виде собеседования на лабораторных занятиях;
2. Письменная форма в виде письменных отчетов по лабораторным занятиям;
3. Устно-письменная форма в виде экзамена.

#### Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- проведение текущих контрольных опросов по изучаемым темам;
- текущая аттестация по успеваемости;
- сдача экзамена.

#### Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям  
изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с лабораторными занятиями;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ;

#### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы  
самостоятельной работы:

- выполнение студентами индивидуальных заданий во время проведения лабораторных занятий;

- подготовка к экзамену.

### Перечень тем лабораторных занятий

1. Анализ статической точности инструментального блока (4ч).
2. Анализ виброустойчивости шпиндельного узла станка (4ч)
3. Оптимизация параметров привода подач станка (2ч).
4. Анализ крутильных колебаний привода станка (4ч).
5. Оптимизация цилиндрической зубчатой передачи по статической точности (4)
6. Оптимизация конической зубчатой передачи по статической точности(4).
7. Оптимизация червячной зубчатой передачи по статической точности (2).
8. Оптимизация режимов резания методом линейного программирования.(4ч).
9. Автоматизация проектирования протяжек с оптимизацией параметров (4).

### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

### Перечень контрольных вопросов

1. Анализ виброустойчивости процесса резания
2. Моделирование крутильных колебаний привода
3. Моделирование виброустойчивости с учётом конструктивных элементов шпинделя
4. Моделирование виброустойчивости с учётом дисбаланса
5. Оценка виброустойчивости привода подач
6. Анализ виброустойчивости шпинделя передаточными функциями
7. Моделирование линейных колебаний переходными матрицами
8. Моделирование колебаний переходными матрицами суппорта станка
9. Моделирование колебаний переходными матрицами с учётом демпфирования в суппорте станка
10. Методика кинематического расчёта привода станка. Привести примеры
11. Методика расчёта прочности шпиндельного узла. МКЭ
12. Метод конечных разностей при решении тепловых задач
13. МКЭ при решении тепловых задач

14. Однопараметрическая оптимизация (оптимизация периода стойкости инструмента)
15. Оптимизация методами случайного поиска и множителей Лагранжа
16. Оптимизация методом линейного программирования параметров режима резания при точении.
17. Оптимизация параметров протяжки методом линейного программирования
18. Моделирование линейных колебаний механических систем механическими цепями.
19. Моделирование динамических показателей суппорта станка механическими цепями.
20. Моделирование крутильных колебаний механическими цепями.
21. Моделирование динамических параметров фрикционных муфт механическими цепями.
22. Моделирование динамических параметров многошпиндельных головок механическими цепями.
23. Моделирование монтажа оборудования
24. Моделирование изгибных колебаний переходными матрицами
25. Восходящее и нисходящее проектирование в САПР. Анализ, примеры.
26. САПР многошпиндельных насадок
27. САПР инструментальных блоков
28. Моделирование с использованием термодинамических законов
29. Моделирование размещения в САПР
30. Использование в САПР методов наращивания и удаления
31. Моделирование механическими цепями рычажного механизма
32. Моделирование механическими цепями с источником скорости. Пример
33. Моделирование шумовых параметров технологического оборудования.
34. Моделирование динамических характеристик методом конечных элементов.
35. Выбор численных методов для задач анализа в САПР.
36. Моделирование собственных колебаний приводов станков.
37. Принцип максимума Понтрягина.
38. Метод динамического программирования.
39. Технология быстрого прототипирования.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Конструирование и расчет технологического оборудования	МРСиИ		
Автоматическое управление процессами и системами	МРСиИ		

Библиотека ГГТУ им. П.О.Степанова