

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ  
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин



С.Е. Зюзин  
27.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.15 САПР технологического оснащения**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

15.03.01 Машиностроение

**2. Профиль подготовки:**

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная, заочная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин

**6. Составитель программы:** С.Е. Зюзин, кандидат физико-математических наук,  
доцент

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом Филиала от 25.04.2023 протокол  
№ 7

**8. Учебный год:** ОФО – 2024-2025

**Семестр:** 7

ЗФО – 2025-2026

**Семестр:** 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель** дисциплины: приобретение теоретических знаний по основам разработки систем автоматизированного проектирования технологического назначения и обучение практической работе с современными САПР

**Задачи** дисциплины:

- изучить методологические основы автоматизированного проектирования технологических процессов, средств технологического оснащения и инструментов;
- освоить ряд подсистем САПР технологических процессов, получивших широкое распространение в промышленности и являющихся характерными представителями функциональных подсистем;
- ознакомить с перспективами и основными направлениями совершенствования САПР технологических процессов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина САПР технологического оснащения входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной вариативной части образовательной программы. Для освоения дисциплины САПР технологического оснащения студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в рамках дисциплин Технология машиностроения, Системы автоматизированного проектирования.

Для изучения данной дисциплины необходимо:

знать: назначение, классификацию, устройство и принцип действия средств автоматизации на производстве; элементы организации автоматического построения производства и управления им; технические и программные средства реализации информационных процессов, технологию автоматизированной обработки информации, локальные и глобальные сети.

уметь: анализировать показания контрольно-измерительных приборов; делать обоснованный выбор оборудования, средств механизации и автоматизации в профессиональной деятельности;

владеть: методами статического, кинематического и динамического расчета механизмов и механических передач, а также их силового анализа; навыками чтения схем механизма;

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	<b>знает:</b> - методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; <b>умеет:</b> - обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; - контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий <b>владеет:</b> - навыками обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации *зачет с оценкой*

## 13. Виды учебной работы

### Очная форма обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			сем. 7	
ч.	ч., в форме ПП			
Аудиторные занятия		56	56	
в том числе	лекции	28	28	
	практические	28	28	28
Самостоятельная работа		52	52	
Итого:		108	108	28

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			сем. 9	
ч.	ч., в форме ПП			
Аудиторные занятия		28	28	
в том числе	лекции	14	14	
	практические	14	14	14
Самостоятельная работа		76	76	
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой – 4 час.)		4	4	
Итого:		108	108	14

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Методология автоматизированного проектирования	Проектирование как объект автоматизации. Принципы системности, преемственности, стандартизации и автоматизации – методологическая основа автоматизации процесса проектирования. Системный подход – основа для создания моделей изучаемых объектов и процессов. Две главные процедуры в составе процесса проектирования: анализ и синтез объекта.
1.2	Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства	Комплексная автоматизация производства. Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства. Интеграция ряда систем: автоматизированной системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированной системы технологической подготовки производств, автоматизированной системы управления предприятием. Основные принципы организации взаимодействия автоматизированных систем.
1.3	Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	Основные направления автоматизации проектирования технологических процессов: дедуктивное (использование унифицированных технологических процессов) и индуктивное (синтез индивидуального технологического процесса). Области применения, преимущества и недостатки каждого направления.
1.4	Алгоритмизация задач	Разновидности проектных задач: расчетного характера и

	технологического проектирования	задачи принятия решений. Методы реализации задач расчетного характера. Примеры задач оптимизации. Методы реализации задач принятия решений. Таблицы решений, матрицы соответствий.
1.5	Основные функции и назначение САПР	Цели создания САПР и условия их достижения. Классификация автоматизированных систем проектирования по различным признакам. Функции САПР.
1.6	Подсистемы САПР и средства их обеспечения	<p>Описание обеспечивающих подсистем САПР ТП: информационного, программного, математического, лингвистического, организационного обеспечения. Задачи и особенности всех видов обеспечения: технического, информационного, лингвистического, математического, программного, методического и организационного. Техническое обеспечение САПР. Современные требования к ЭВМ и периферийным устройствам. Организация взаимодействия проектировщика с ЭВМ, создание автоматизированных рабочих мест.</p> <p>Информационное обеспечение: назначение и рациональная организация. Исходная информация и создание информационных баз. Базы данных и их эффективное использование. Базы знаний: назначение и способы реализации.</p> <p>Лингвистическое обеспечение. Языки программирования и проблемно-ориентированные языки описания объектов проектирования. Языковые средства представления графической информации: координатный, аналитический.</p> <p>Математическое обеспечение. Требования к математическим моделям. Функциональные и структурные модели автоматизированного проектирования. Формы представления моделей: аналитическая, алгоритмическая, графическая.</p> <p>Программное обеспечение САПР. Две составные части программного обеспечения: операционные системы (ОС) и прикладные программы. Основные функции операционной системы. Способы реализации прикладных программ. Модульный принцип разработки прикладного программного обеспечения.</p> <p>Методическое обеспечение – руководство по выбору необходимых средств для выполнения автоматизированного проектирования. Организационное обеспечение, его задачи и компоненты при создании и эксплуатации САПР.</p>
1.7	Стадии разработка САПР ТП	Реализация задачи создания САПР в несколько стадий. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП. Предпроектное обследование, техническое задание, эскизный, технический и рабочий проект.
1.8	Автоматизация технологического проектирования. САПР технологических процессов механической обработки	<p>Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП.</p> <p>Методика автоматизированного проектирования технологических процессов. Декомпозиция общей задачи и стратегия поиска проектного решения. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки. Формализованное представление исходной информации. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической обработки. Структурный синтез проектируемого технологического процесса. Формализованные правила направленного синтеза структуры технологического процесса. Параметрическая оптимизация. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения. Способы представления промежуточных и окончательных результатов проектирования. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий. Особенности технологического</p>

		<p>проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.</p> <p>САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства. Особенности размерно-точностного анализа в процессе автоматизированного проектировании технологий при работе на настроенных станках.</p> <p>Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства. Повышенные требования к качеству проектных решений. Использование оптимизационных методов в математическом обеспечении САПР.</p>
1.9	Автоматизация проектирования технологических операций	<p>Принципиальная схема САПР технологических операций. Состав и задачи подсистем. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация. Автоматизация технического нормирования.</p> <p>Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.</p>
1.10	САПР технологических процессов сборки	<p>Описание основных функциональных подсистем САПР ТП сборки. Содержание задач автоматизации проектирования технологических процессов сборки. Математическая модель взаимодействий элементов в конструкции изделия. Алгоритмическое обеспечение процесса проектирования технологии сборки.</p>
1.11	САПР технологического проектирования Автоматизация проектирования приспособлений	<p>Описание основных функциональных подсистем САПР проектирования приспособлений. Метод алгоритмического синтеза конструкций. Автоматизированное конструкторское документирование. Информационное обеспечение САПР приспособлений.</p> <p>Характеристики САПР приспособлений. Примеры промышленной реализации систем автоматизированного проектирования приспособлений.</p>
1.12	САПР режущих инструментов	<p>Задачи инструментального оснащения технологических процессов. Классификация режущих инструментов для создания информационной базы данных систем инструментального обеспечения. Автоматизация функций инструментального производства. Принципы создания баз данных для САПР режущего инструмента. Разработка типовых алгоритмов для расчета режущих инструментов. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления режущих инструментов.</p>
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Методология автоматизированного проектирования	<p>Проектирование как объект автоматизации. Принципы системности, преемственности, стандартизации и автоматизации – методологическая основа автоматизации процесса проектирования. Системный подход – основа для создания моделей изучаемых объектов и процессов. Две главные процедуры в составе процесса проектирования: анализ и синтез объекта.</p>
2.2.	Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства	<p>Комплексная автоматизация производства. Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства. Интеграция ряда систем: автоматизированной системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированной системы технологической подготовки производств, автоматизированной системы управления предприятием.</p>

		Основные принципы организации взаимодействия автоматизированных систем.
2.3	Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	Основные направления автоматизации проектирования технологических процессов: дедуктивное (использование унифицированных технологических процессов) и индуктивное (синтез индивидуального технологического процесса). Области применения, преимущества и недостатки каждого направления.
2.4	Алгоритмизация задач технологического проектирования	Разновидности проектных задач: расчетного характера и задачи принятия решений. Методы реализации задач расчетного характера. Примеры задач оптимизации. Методы реализации задач принятия решений. Таблицы решений, матрицы соответствий.
2.5	Основные функции и назначение САПР	Цели создания САПР и условия их достижения. Классификация автоматизированных систем проектирования по различным признакам. Функции САПР.
2.6	Подсистемы САПР и средства их обеспечения	<p>Описание обеспечивающих подсистем САПР ТП: информационного, программного, математического, лингвистического, организационного обеспечения. Задачи и особенности всех видов обеспечения: технического, информационного, лингвистического, математического, программного, методического и организационного. Техническое обеспечение САПР. Современные требования к ЭВМ и периферийным устройствам. Организация взаимодействия проектировщика с ЭВМ, создание автоматизированных рабочих мест.</p> <p>Информационное обеспечение: назначение и рациональная организация. Исходная информация и создание информационных баз. Базы данных и их эффективное использование. Базы знаний: назначение и способы реализации.</p> <p>Лингвистическое обеспечение. Языки программирования и проблемно-ориентированные языки описания объектов проектирования. Языковые средства представления графической информации: координатный, аналитический.</p> <p>Математическое обеспечение. Требования к математическим моделям. Функциональные и структурные модели автоматизированного проектирования. Формы представления моделей: аналитическая, алгоритмическая, графическая.</p> <p>Программное обеспечение САПР. Две составные части программного обеспечения: операционные системы (ОС) и прикладные программы. Основные функции операционной системы. Способы реализации прикладных программ. Модульный принцип разработки прикладного программного обеспечения.</p> <p>Методическое обеспечение – руководство по выбору необходимых средств для выполнения автоматизированного проектирования. Организационное обеспечение, его задачи и компоненты при создании и эксплуатации САПР.</p>
2.7	Стадии разработка САПР ТП	Реализация задачи создания САПР в несколько стадий. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП. Предпроектное обследование, техническое задание, эскизный, технический и рабочий проект.
2.8	Автоматизация технологического проектирования. САПР технологических процессов механической обработки	<p>Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП.</p> <p>Методика автоматизированного проектирования технологических процессов. Декомпозиция общей задачи и стратегия поиска проектного решения. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки. Формализованное представление исходной информации. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической</p>

		<p>обработки. Структурный синтез проектируемого технологического процесса. Формализованные правила направленного синтеза структуры технологического процесса. Параметрическая оптимизация. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения. Способы представления промежуточных и окончательных результатов проектирования. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий.</p> <p>Особенности технологического проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.</p> <p>САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства. Особенности размерно-точностного анализа в процессе автоматизированного проектирования технологий при работе на настроенных станках.</p> <p>Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства. Повышенные требования к качеству проектных решений. Использование оптимизационных методов в математическом обеспечении САПР.</p>
2.9	Автоматизация проектирования технологических операций	<p>Принципиальная схема САПР технологических операций. Состав и задачи подсистем. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация. Автоматизация технического нормирования.</p> <p>Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.</p>
2.10	САПР технологических процессов сборки	<p>Описание основных функциональных подсистем САПР ТП сборки. Содержание задач автоматизации проектирования технологических процессов сборки. Математическая модель взаимодействий элементов в конструкции изделия. Алгоритмическое обеспечение процесса проектирования технологии сборки.</p>
2.11	САПР технологического проектирования Автоматизация проектирования приспособлений	<p>Описание основных функциональных подсистем САПР проектирования приспособлений. Метод алгоритмического синтеза конструкций. Автоматизированное конструкторское документирование. Информационное обеспечение САПР приспособлений.</p> <p>Характеристики САПР приспособлений. Примеры промышленной реализации систем автоматизированного проектирования приспособлений.</p>
2.12	САПР инструментов режущих	<p>Задачи инструментального оснащения технологических процессов. Классификация режущих инструментов для создания информационной базы данных систем инструментального обеспечения. Автоматизация функций инструментального производства. Принципы создания баз данных для САПР режущего инструмента. Разработка типовых алгоритмов для расчета режущих инструментов. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления режущих инструментов.</p>

## 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Методология автоматизированного проектирования	2	2	0	4	8
2	Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства	2	2	0	4	8
3	Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	2	2	0	4	8
4	Алгоритмизация задач технологического проектирования	2	2	0	4	8
5	Основные функции и назначение САПР	2	2	0	4	8
6	Подсистемы САПР и средства их обеспечения	2	2	0	4	8
7	Стадии разработка САПР ТП	2	2	0	4	8
8	Автоматизация технологического проектирования. САПР технологических процессов механической обработки	2	2	0	4	8
9	Автоматизация проектирования технологических операций	2	2	0	4	8
10	САПР технологических процессов сборки	2	2	0	6	10
11	САПР технологического проектирования Автоматизация проектирования приспособлений	4	4	0	4	12
12	САПР режущих инструментов	4	4	0	6	14
	Итого	28	28	0	52	108

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Методология автоматизированного проектирования	1	1	0	6	8
2	Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства	1	1	0	6	8
3	Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	1	1	0	6	8
4	Алгоритмизация задач технологического проектирования	1	1	0	6	8
5	Основные функции и назначение САПР	1	1	0	6	8
6	Подсистемы САПР и	1	1	0	6	8



	средства их обеспечения					
7	Стадии разработка САПР ТП	1	1	0	6	8
8	Автоматизация технологического проектирования. САПР технологических процессов механической обработки	1	1	0	6	8
9	Автоматизация проектирования технологических операций	1	1	0	6	8
10	САПР технологических процессов сборки	1	1	0	8	10
11	САПР технологического проектирования Автоматизация проектирования приспособлений	2	2	0	6	10
12	САПР режущих инструментов	2	2	0	8	12
	Зачет с оценкой					4
	Итого	14	14	0	76	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий следует не только слушать излагаемый материал и кратко его конспектировать, но очень важно участвовать в анализе примеров, предлагаемых преподавателем, в рассмотрении и решении проблемных вопросов, выносимых на обсуждение. Необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

В процессе конспектирования лекционного материала лучше использовать одну сторону тетрадного разворота (например, левую), оставив другую (правую) для внесения вопросов, замечаний, дополнительной информации, которая может появиться при изучении учебной или научной литературы во время подготовки к практическим занятиям. Не следует дословно записать лекцию, лучше попытаться понять логику изложения и выделить наиболее важные положения лекции в виде опорного конспекта или ментальной карты (для составления ментальной карты или опорного конспекта можно использовать разворот тетради или отдельный чистый лист А4, который затем можно вклеить в тетрадь для конспектов). Основные определения важнейших понятий, особенно при отсутствии единства в трактовке тех или иных понятий среди ученых, лучше записать. Не следует пренебрегать примерами, зачастую именно записанные примеры помогают наполнить опорный конспект живым содержанием и облегчают его понимание.

Рекомендуется использовать различные формы выделения наиболее сложного, нового, непонятного материала, который требует дополнительной проработки: можно пометить его знаком вопроса (или записать на полях сам вопрос), цветом, размером букв и т.п. – это поможет быстро найти материал, вызвавший трудности, и в конце лекции (или сразу же, попутно) задать вопрос преподавателю (не следует оставлять непонятый материал без дополнительной проработки, без него иногда бывает

невозможно понять последующие темы). Материал уже знакомый или понятный нуждается в меньшей детализации – это поможет сэкономить усилия во время конспектирования.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить в соответствии с вопросами для повторения основную литературу, просмотреть и дополнить конспекты лекции, ознакомиться с дополнительной литературой – это поможет усвоить и закрепить полученные знания. Кроме того, к каждой теме в планах практических занятий даются практические задания, которые также необходимо выполнить самостоятельно во время подготовки к занятию.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на зачет. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Для достижения планируемых результатов обучения используются групповые дискуссии, анализ ситуаций.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

### а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов: учебное пособие / Н.Р. Галяветдинов, Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, П.А. Кайнов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 112 с. : схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1567-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427925">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427925</a> (11.06.2021).
02	Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами : учебное пособие : в 4 ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 3. - 160 с. : табл., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1064-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437085">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437085</a> (11.06.2021).

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
03	Головицына, М.В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов : курс / М.В. Головицына. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 250 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94774-847-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429255">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429255</a> (11.06.2021).
04	Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство «Флинта», 2016. - 271 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-1278-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344</a> (11.06.2021).

### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
05	Жигалова, Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (**

- Перечень тем для подготовки докладов и рефератов (фонд оценочных средств).
- Перечень вопросов для подготовки к зачету и экзаменам (фонд оценочных средств).

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

**Программное обеспечение:**

Win10, OfficeProPlus 2010;

–STDU Viewer version 1.6.2.0;

–7-Zip;

–GIMP GNU Image Manipulation Program;

–Paint.NET;

–браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer.

**Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:**

–Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/>

–Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

–Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

–Портал машиностроения – <http://www.mashportal.ru/>

–Информационно-тематический портал «Машиностроение, механика, металлургия» <http://mashmex.ru/mehanika-mashinostroenie.html>

–База данных «Стандарты и регламенты» Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts>

–Библиотека технической литературы ТехЛит.ру – <http://www.tehlit.ru/list.htm>

–Библиотека машиностроителя – <https://lib-bkm.ru/index/0-9>

–Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – <http://biblioclub.ru/>

–ООО Политехресурс ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») – <https://www.studentlibrary.ru/>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Мультимедийное оборудование (проектор, стационарный компьютер, экран)

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-11 Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	знает: - методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления;	1-12	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3 Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
	умеет: - обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; - контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	1-12	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3 Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
	владеет: - навыками обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления.	1-12	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
<b>Зачет с оценкой</b>			Вопросы к зачету п. 19.3.1

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент умеет соединять знания из различных разделов курса. Полно, правильно и логически безупречно излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Владеет необходимым математическим аппаратом. Без затруднений применяет теоретические знания при анализе конкретных задач и вопросов. Свободно подбирает (составляет сам) примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Сопровождает ответ сведениями по истории вопроса; ориентируется в смежных темах курса, знает основную литературу по своему вопросу.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент хорошо владеет теорией вопроса; видит взаимосвязь различных разделов курса, может их объяснить. Хорошо владеет профессиональной терминологией, в случае неверного употребления термина может сам исправить ошибку. В основном полно, правильно и логично излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Применяет теоретические знания при анализе фактического материала, может приводить собственные примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Допускается 1-2 недочета в изложении и речевом оформлении ответа. Демонстрирует хороший уровень понимания вопросов по теме.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент правильно воспроизводит основные положения теории,	<i>Пороговый</i>	<i>Удовлетворител</i>

<p>демонстрирует понимание этих положений, иллюстрирует их примерами. Умеет использовать знания при характеристике фактического материала. В то же время в ответе могут присутствовать следующие недочеты: а) допускает неточности в определении понятий, терминов, законов (но исправляет их при помощи наводящих вопросов экзаменатора); б) излагает материал недостаточно полно; в) не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения; г) излагает материал недостаточно последовательно; д) допускает ошибки в речи. Отвечая на конкретный вопрос, не учитывает различные варианты обучения, обусловленные целями, условиями и индивидуальными особенностями аудитории. Проявляет ассоциативные знания лишь при условии наводящих вопросов экзаменатора. С трудом соотносит теорию вопроса с практическим примером, подтверждающим правильность теории. Слабо владеет профессиональной терминологией, допускает много ошибок и не умеет их исправить.</p>	<p>уровень</p>	<p>ьно</p>
<p>Не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотнести теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.</p>	<p>–</p>	<p>Неудовлетворительно</p>

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету

1. Проектирование как объект автоматизации. Принципы системности, преемственности, стандартизации и автоматизации – методологическая основа автоматизации процесса проектирования.

2. Системный подход – основа для создания моделей изучаемых объектов и процессов. Две главные процедуры в составе процесса проектирования: анализ и синтез объекта.

3. Комплексная автоматизация производства. Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства. Интеграция ряда систем: автоматизированной системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированной системы технологической подготовки производств, автоматизированной системы управления предприятием. Основные принципы организации взаимодействия автоматизированных систем.

4. Основные направления автоматизации проектирования технологических процессов: дедуктивное (использование унифицированных технологических процессов) и индуктивное (синтез индивидуального технологического процесса). Области применения, преимущества и недостатки каждого направления.

5. Разновидности проектных задач: расчетного характера и задачи принятия решений. Методы реализации задач расчетного характера. Примеры задач оптимизации.

6. Методы реализации задач принятия решений. Таблицы решений, матрицы соответствий.

7. Цели создания САПР и условия их достижения. Классификация автоматизированных систем проектирования по различным признакам. Функции САПР.

8. Описание обеспечивающих подсистем САПР ТП: информационного, программного, математического, лингвистического, организационного обеспечения.

9. Задачи и особенности всех видов обеспечения: технического, информационного, лингвистического, математического, программного, методического и организационного. Техническое обеспечение САПР.

10. Современные требования к ЭВМ и периферийным устройствам. Организация взаимодействия проектировщика с ЭВМ, создание автоматизированных рабочих мест.

11. Информационное обеспечение: назначение и рациональная организация.

12. Исходная информация и создание информационных баз. Базы данных и их эффективное использование. Базы знаний: назначение и способы реализации.
13. Лингвистическое обеспечение. Языки программирования и проблемно-ориентированные языки описания объектов проектирования. Языковые средства представления графической информации: координатный, аналитический.
14. Математическое обеспечение. Требования к математическим моделям. Функциональные и структурные модели автоматизированного проектирования. Формы представления моделей: аналитическая, алгоритмическая, графическая.
15. Программное обеспечение САПР. Две составные части программного обеспечения: операционные системы (ОС) и прикладные программы.
16. Основные функции операционной системы. Способы реализации прикладных программ. Модульный принцип разработки прикладного программного обеспечения.
17. Методическое обеспечение – руководство по выбору необходимых средств для выполнения автоматизированного проектирования. Организационное обеспечение, его задачи и компоненты при создании и эксплуатации САПР.
18. Реализация задачи создания САПР в несколько стадий. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП. Предпроектное обследование, техническое задание, эскизный, технический и рабочий проект.
19. Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП.
20. Методика автоматизированного проектирования технологических процессов. Декомпозиция общей задачи и стратегия поиска проектного решения.
21. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки. Формализованное представление исходной информации.
22. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической обработки. Структурный синтез проектируемого технологического процесса. Формализованные правила направленного синтеза структуры технологического процесса.
23. Параметрическая оптимизация. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения. Способы представления промежуточных и окончательных результатов проектирования.
24. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий.
25. Особенности технологического проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.
26. САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства. Особенности размерно-точностного анализа в процессе автоматизированного проектировании технологий при работе на настроенных станках.
27. Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства. Повышенные требования к качеству проектных решений. Использование оптимизационных методов в математическом обеспечении САПР.
28. Принципиальная схема САПР технологических операций. Состав и задачи подсистем. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки.
29. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация. Автоматизация технического нормирования.
30. Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ.
31. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.
32. Описание основных функциональных подсистем САПР ТП сборки. Содержание задач автоматизации проектирования технологических процессов сборки.
33. Математическая модель взаимодействий элементов в конструкции изделия. Алгоритмическое обеспечение процесса проектирования технологии сборки.
34. Описание основных функциональных подсистем САПР проектирования приспособлений. Метод алгоритмического синтеза конструкций. Автоматизированное конструкторское документирование. Информационное обеспечение САПР приспособлений.

35. Характеристики САПР приспособлений. Примеры промышленной реализации систем автоматизированного проектирования приспособлений.
36. Задачи инструментального оснащения технологических процессов.
37. Классификация режущих инструментов для создания информационной базы данных систем инструментального обеспечения.
38. Автоматизация функций инструментального производства.
39. Принципы создания баз данных для САПР режущего инструмента. Разработка типовых алгоритмов для расчета режущих инструментов.
40. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления режущих инструментов.

### **19.3.2 Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине Технологические основы автоматизации производства**

#### **1.Методология автоматизированного проектирования**

Проектирование как объект автоматизации. Принципы системности, преемственности, стандартизации и автоматизации - методологическая основа автоматизации процесса проектирования. Системный подход - основа для создания моделей изучаемых объектов и процессов. Две главные процедуры в составе процесса проектирования: анализ и синтез объекта.

#### **2. Место САПР ТП в автоматизированной системе технологической подготовки производства**

Комплексная автоматизация производства. Интеграция ряда систем: автоматизированной системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированной системы технологической подготовки производств, автоматизированной системы управления предприятием. Основные принципы организации взаимодействия автоматизированных систем. Актуальность внедрения САПР.

#### **3. Основные функции и назначение САПР**

Цели создания САПР и условия их достижения. Классификация автоматизированных систем проектирования по различным признакам. Функции САПР.

#### **4. Стадии разработка САПР ТП**

Реализация задачи создания САПР в несколько стадий. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП. Предпроектное обследование, техническое задание, эскизный, технический и рабочий проект.

#### **5. Техническое, информационное и математическое обеспечение САПР**

Описание обеспечивающих подсистем САПР ТП. Задачи и особенности всех видов обеспечения:

Техническое обеспечение САПР. Современные требования к ЭВМ и периферийным устройствам. Организация взаимодействия проектировщика с ЭВМ, создание автоматизированных рабочих мест.

Информационное обеспечение: назначение и рациональная организация. Исходная информация и создание информационных баз. Базы данных и их эффективное использование. Базы знаний: назначение и способы реализации.

Математическое обеспечение. Требования к математическим моделям. Функциональные и структурные модели автоматизированного проектирования. Формы представления моделей: аналитическая, алгоритмическая, графическая.

#### **6. Лингвистическое и программное обеспечение САПР**

Лингвистическое обеспечение. Языки программирования и проблемно-ориентированные языки описания объектов проектирования. Языковые средства представления графической информации: координатный, аналитический.

Программное обеспечение САПР. Две составные части программного обеспечения: операционные системы (ОС) и прикладные программы. Основные функции операционной

системы. Способы реализации прикладных программ. Модульный принцип разработки прикладного программного обеспечения.

### **7. Методическое и организационное обеспечение САПР**

Методическое обеспечение - руководство по выбору необходимых средств для выполнения автоматизированного проектирования. Организационное обеспечение, его задачи и компоненты при создании и эксплуатации САПР.

### **8. Метод синтеза при автоматизированном проектировании**

Основные направления автоматизации проектирования технологических процессов: дедуктивное (использование унифицированных технологических процессов) и индуктивное (синтез индивидуального технологического процесса). Области применения, преимущества и недостатки каждого направления. Перспективы использования метода синтеза при автоматизированном проектировании технологических процессов.

### **9. Алгоритмизация задач технологического проектирования**

Разновидности проектных задач: расчетного характера и задачи принятия решений. Методы реализации задач расчетного характера. Примеры задач оптимизации. Методы реализации задач принятия решений. Таблицы решений, матрицы соответствий.

### **10. САПР технологических процессов механической обработки**

Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП.

Методика автоматизированного проектирования технологических процессов. Декомпозиция общей задачи и стратегия поиска проектного решения. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки. Формализованное представление исходной информации. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической обработки.

Структурный синтез проектируемого технологического процесса. Формализованные правила направленного синтеза структуры технологического процесса. Параметрическая оптимизация. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения. Способы представления промежуточных и окончательных результатов проектирования. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий.

Особенности технологического проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.

САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства. Особенности размерно-точностного анализа в процессе автоматизированного проектирования технологий при работе на настроенных станках.

Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства. Повышенные требования к качеству проектных решений. Использование оптимизационных методов в математическом обеспечении САПР.

### **11. Автоматизация проектирования технологических операций**

Принципиальная схема САПР технологических операций. Состав и задачи подсистем. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация. Автоматизация технического нормирования.

Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.

### **12. САПР технологических процессов сборки**

Описание основных функциональных подсистем САПР ТП сборки. Содержание задач автоматизации проектирования технологических процессов сборки. Математическая модель



взаимодействий элементов в конструкции изделия. Алгоритмическое обеспечение процесса проектирования технологии сборки.

### **13. Автоматизация проектирования приспособлений**

Описание основных функциональных подсистем САПР проектирования приспособлений. Метод алгоритмического синтеза конструкций. Автоматизированное конструкторское документирование. Информационное обеспечение САПР приспособлений.

Характеристики САПР приспособлений. Примеры промышленной реализации систем автоматизированного проектирования приспособлений.

### **14. САПР режущих инструментов**

Задачи инструментального оснащения технологических процессов. Классификация режущих инструментов для создания информационной базы данных систем инструментального обеспечения. Автоматизация функций инструментального производства. Принципы создания баз данных для САПР режущего инструмента. Разработка типовых алгоритмов для расчета режущих инструментов. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления режущих инструментов.

#### **19.3.3 Темы рефератов**

1. Разработка роботизированного модуля (комплекса) для токарной обработки ступенчатых валов.

2. Разработка роботизированного модуля (комплекса) для токарной обработки фланцев или дисков.

3. Проектирование (на блочной основе), модернизация и оснащение промышленных роботов для выполнения сборочных, сварочных, окрасочных и прочих работ.

4. Назначение САПР. Типы инженерных задач. Уровни достоверности математических моделей. Что такое проектирование? Признаки системного объекта. Средства обеспечения САПР.

5. Методология автоматизации проектирования.

6. CALS-технологии. 4 CAD/CAE/CAM-технологии и средства проектирования.

7. Обзор и анализ известных разработок в области САПР контактной сети

8. Системное моделирование контактной сети. Обобщенная модель контактной сети

9. Структурирование процесса проектирования контактной сети.

10. Реляционная база данных САПР КС.

11. Динамическое программирование при разбивке на анкерные участки.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущий контроль успеваемости проводится в формах: устного опроса, выполнения индивидуального задания, оценки результатов практической деятельности (реферат). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задание(я), позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки: Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Название дисциплины: САПР технологического оснащения

Форма обучения: очная, заочная

---

Ответственный исполнитель

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин

\_\_\_\_\_ С. Е. Зюзин \_\_. \_\_ 20\_\_

Исполнитель

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин

\_\_\_\_\_ С. Е. Зюзин \_\_. \_\_ 20\_\_

СОГЛАСОВАНО

Декан  
технологического-педагогического  
факультета

\_\_\_\_\_ Г. Ю. Алексеева \_\_. \_\_ 20\_\_

М.П.

Заведующий библиотекой

\_\_\_\_\_ Н. В. Моторина \_\_. \_\_ 20\_\_

М.П.

---

Программа рекомендована НМС Филиала, протокол № 9 от 19.06.2019 г.