

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Саровский физико-технический институт -**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

 **А.К. Чернышев**

« 30 » июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Инструментальные системы специального машиностроения**


наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства
Наименование образовательной программы	Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

протокол № 9 от 28.06.2021г.

Зав. кафедрой ТСМ

 д.т.н. В.Н. Халдеев

« 30 » июня 2021г.

г. Саров, 2021 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с Семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

<b>Семестр</b>	<b>В форме практической подготовки</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>КР/КП</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/</b>
3	32	5	180	32	32	-	80	-	экзамен
<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

## АННОТАЦИЯ

Содержание дисциплины «Инструментальные системы специального машиностроения» основано на том, что основное направление современного развития РФЯЦ-ВНИИЭФ – это цифровое предприятие. Если рассматривать такое предприятие в области специального машиностроения – это автоматизированное производство.

Инструмент является основной составляющей технологической оснастки, используемой в машиностроительном производстве. С ростом уровня автоматизации машиностроения его роль значительно возрастает. Он должен отвечать требованиям к заданной точности обработки и производительности, соответствовать условиям его эксплуатации в автоматическом цикле.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель освоения дисциплины магистратуры.* Формирование навыков применения системного подхода при проектировании специального инструментального обеспечения машиностроительного производства для повышения отдачи основных фондов и сокращения расходов на инструмент.

*Задачи:*

- рассмотреть применение концепции системного подхода при разработке инструментальных систем автоматизированного производства в области специального машиностроения;
- изучить возможности реализации преимуществ инструментальных систем при правильной организации их применения и соблюдении условий рациональной эксплуатации;
- сформировать навыки учета оперативной информации о результатах использования инструмента для оптимизации совокупности параметров технологической системы;
- сформировать навыки применения комплексной оценки технического уровня инструментальных систем с позиций общей теории качества продукции, научиться разрабатывать методики, основанные на концепции системного анализа при проектировании и совершенствовании инструментальных систем;
- освоить пути синтеза конкретных инструментальных систем исходя из типов поверхностей базирования, схем закрепления, действующих сил закрепления при разделении инструмента на взаимозаменяемые сборочные единицы и узлы.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Инструментальные системы специального машиностроения» относится к части рабочего учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Важно в процессе резания обеспечить надежность инструмента, особенно в условиях автоматизированного производства. Поэтому так популярен при механической обработке материалов в современных условиях сборный инструмент, в том числе с механическим креплением сменных неперетачиваемых режущих пластин. Он позволяет существенно повысить эффективность лезвийной обработки, чем и отвечает требованию надежности.

Изученный по программе бакалавриата сборный инструмент отличается большой сложностью и многовариантностью. Известно также, что эффективность работы сложных технических систем может быть обеспечена только на основе применения системного подхода при проектировании производства. В области инструментальной подготовки производства,

такой подход предусматривает проектирование не отдельных инструментов, а инструментальных систем, включающих совокупности типоразмерных рядов инструмента. Системный подход позволяет более полно учитывать взаимосвязь инструмента с другими элементами технологической системы. В результате системным становится инструментальное обеспечение машиностроительного производства, что в свою очередь позволяет повысить отдачу основных фондов и сократить расходы на инструмент.

Основой дисциплины являются междисциплинарные связи с дисциплинами направления ООП 15.03.05.

При освоении дисциплины программа ориентируется на научный опыт современных машиностроительных предприятий и учебно-научных учреждений, а также практический опыт основной площадки завода РФЯЦ-ВНИИЭФ.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

#### **Универсальные и общепрофессиональные компетенции:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий

#### **Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический			
модернизация, автоматизация действующих и проектирование новых средств и систем оснащения производства ядерного оружейного комплекса, технологических процессов с использованием	опытное производство ядерного оружейного комплекса	ПК-4 Способен разрабатывать технические задания на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации для структурных подразделений серийного, опытного и	З-ПК-4 Знать: основные виды специальной оснастки, инструмента и приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации. У-ПК-4 Уметь: разрабатывать технические задания на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации для структурных подразделений

автоматизированных систем технологической подготовки производства		экспериментального производства <b>Основание:</b> Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении»	серийного, опытного и экспериментального производства. В-ПК-4 Владеть: методами Проектирования специальной оснастки, инструмента и приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации для структурных подразделений серийного, опытного и экспериментального производства.
---	--	---	--

**Профессиональные компетенции выпускников**

**(направленности/профиля/специализации) и индикаторы их достижения**

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский			
выполнение проектно-конструкторских разработок с учетом требований действующих норм и правил безопасности на предприятиях ядерного оружейного комплекса с разработкой проектно-конструкторской документации на изготовление специальных изделий	опытное производство ядерного оружейного комплекса	ПК-4.1 способен выполнять работы по проектированию, модернизации и автоматизации действующих технологий, инструментальных средств и средств вычислительной техники при реализации процессов проектирования, изготовления, контроля и промышленных испытаний машиностроительных изделий специального назначения <b>Основание:</b> Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении»	З-ПК-4.1 знать методику проектирования, модернизации и автоматизации специальных технологических процессов, методику применения средств вычислительной техники при расчете их экономической эффективности У-ПК-4.1 уметь диагностировать, контролировать и оценивать технологические процессы изготовления специальных изделий В-ПК-4.1 владеть навыками разработки технологической документации на изготовление и промышленные испытания изделий

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			32	32	-	80		
<b>Семестр № 3</b>								
1	Системный подход как основа создания и функционирования инструментальной оснастки в специальном машиностроении.	1, 2	4	4		10	УО	3
2	Исходные данные для проектирования инструментальных систем	3, 4	4	4		10	УО	3
3	Структура инструментальных систем	5, 6	4	2		10		
4	Морфологический анализ инструментальной системы	6, 7, 8	6	2		10	ДЗ	4
5	Вспомогательный инструмент в инструментальных системах	8, 9, 10	8	2		10	УО	3
<b>Рубежный контроль:</b> Разработка подсистемы технологических решений (предпроектный этап)		11		2			РГР	9
6	Проектирование инструментальных систем	11		2		10	ДЗ	4
7	Проектирование специального металлорежущего инструмента	12, 13, 14	4	8		10	Контр.	7
8	Применение САПР при проектировании инструментов и инструментальных систем	15	2	2		10	УО	3

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	
			<b>32</b>	<b>32</b>	-	<b>80</b>		
	<b>Рубежный контроль:</b> Разработка подсистемы технологических решений (проектный этап)	16		4			РГР	9
<b>Всего за семестр</b>								<b>45</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>Э</b>					<b>50</b>
<b>Посещаемость</b>								<b>5</b>
<b>Итого:</b>								<b>100</b>

**\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:**

**УО** – устный опрос

**Контр.** – контрольная работа

**ДЗ** – домашнее задание

**РГР** – расчетно-графическая работа

**Э/Зач/ЗсО** – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№ темы	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Системный подход как основа создания и функционирования инструментальной оснастки в специальном машиностроении.	Особенности применения режущего инструмента в современном машиностроении. Системный подход к проектированию инструмента. Параметры проектирования системы. Оценка и обеспечение качества системы. Этапы проектирования ИС. Унификация элементов системы инструмента
2	Исходные данные для проектирования инструментальных систем	Общие сведения о СИО. Функции СИО. СИО цеха. Способы организации замены инструмента. Расчет номенклатуры режущего инструмента. Структура АСИО. Функциональная модель СИО. Себестоимость инструмента в автоматизированном производстве. Основной и вспомогательный инструмент.
3	Структура инструментальных систем	Общая характеристика инструментального обеспечения как системы. Существующие системы. Унификация инструмента. Возможности автоматической смены инструментов в ИС. Типичные конструкции элементов некоторых современных ИС
4	Морфологический анализ инструментальной системы	Схемы построения систем. Требования к проектированию инструмента для автоматизированного производства. Морфологический анализ систем
5	Вспомогательный инструмент в инструментальных системах	Роль систем вспомогательного инструмента в ИС. Обоснование размерных параметров. Характеристики времени при анализе эффективности ВИ. Анализ жесткости ИС
6	Проектирование инструментальных систем	Применение систем СИ, ЕСКД, ЕСДП. Применение САПР. Режим резания для многоинструментальной обработки. Методики расчета и конструирования режущего инструмента всех видов. Проектирование ИС для станков с ЧПУ
7	Проектирование специального металлорежущего инструмента	Алгоритмы проектирования фасонных резцов, комбинированных осевых инструментов, фасонных фрез. Основные направления совершенствования конструкций режущих инструментов. Технология изготовления металлорежущего инструмента
8	Применение САПР при проектировании инструментов и инструментальных систем	Алгоритм использования сайтов компаний по производству инструмента и инструментальной оснастки (на примере Sandvik Coromant). Применение программного обеспечения для 3D-моделирования инструментальной оснастки

### Практические/семинарские занятия

№ темы	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	1.1 Разработка методики анализа условий эксплуатации инструментов	1.1.1 Семинар - Обсуждение вопросов методологии проектирования: подходы, методы, методики организации проектной работы. Исследование разделов первого (предпроектного) этапа проектирования. Предложение

	(предпроектный анализ)	методов разработки. 1.1.2 Практическая работа - 1: работа в малых группах (3-4 человека). Разработка методики анализа условий эксплуатации инструментов с применением знаний, полученных по бакалаврской программе, а также с использованием информационного поиска. Разработка графического материала для заполнения в процессе проведения исследовательской работы: таблицы, схемы, графы
2	2.1 "Расчет номенклатуры режущего инструмента. Себестоимость инструмента в автоматизированном производстве"	2.1.1 Практическое занятие. Способы организации замены инструмента. Минимальную величину оборотного фонда режущего инструмента. Максимальный оборотный фонд инструмента. Оборотный фонд вспомогательного инструмента. Декадная и месячную норму расхода инструмента. Методы укрупненных расчетов. Минимальность себестоимости операции как критерий оценки необходимости применения нового инструмента
	2.2 Установление номенклатуры и структуры свойств, составляющих качество системы инструмента (предпроектный анализ)	2.2.1 Семинар - Системы и подсистемы СИО: обсуждение разработки базы данных. Подсистема станков. Подсистема материалов. Подсистема инструментальных материалов. Подсистема технологических решений. Система сменных режущих пластин. Системы режущих инструментов. Система вспомогательного инструмента. 2.2.2 Практическая работа -2: работа в малых группах (3-4 человека). Сбор информации по теме разработки на производственных площадках базового предприятия. Исходные данные для разработки: показатель ремонтпригодности, Показатели качества базового образца, оценка качества инструмента на этапе проектирования, система контроля качества систем инструмента
3	3.1 Определение подсистем станков и материалов (предпроектный анализ)	3.1.1 Практическая работа -3: работа в малых группах (3-4 человека). Сбор информации по теме разработки на производственных площадках базового предприятия: подсистема станков, подсистема материалов и заготовок, подсистема инструментальных материалов. 3.1.2 Семинар - Системы и подсистемы СИО: обсуждение разработанной базы данных. Деловая игра: выявление положительных моментов, эвристических находок, коррекция недочетов.
4	4.1 "Схемы построения систем"	4.1.1 Семинар Обсуждение требований к проектированию инструмента для автоматизированного производства: высокая производительность; малая энергоемкость процесса резания; экономичность инструмента. Морфологический анализ систем. Схема построения сборного инструмента. Обобщенная модель режущего инструмента с возможными присоединительными поверхностями. Разбор поверхностей базирования инструмента. Составление схемы системы базирования и закрепления инструмента
2-5	<b>Рубежный контроль</b> "Разработка подсистемы технологических решений"	2-5.1.1 Составить базу данных характерных обрабатываемых поверхностей на конкретной производственной площадке, опираясь на приведенные выше теоретические сведения и

	(предпроектный этап)"	рекомендуемую литературу. Базу данных оформить таблично-графическим методом. 2-5.1.2 Составить базу данных режущего и вспомогательного инструмента, применяемого на конкретной производственной площадке, опираясь на приведенные выше теоретические сведения и рекомендуемую литературу. Базу данных оформить таблично-графическим методом. 2-5.1.3 Деловая игра. Обсуждение разработанных решений по первому этапу проектирования (предпроектный анализ)
1	1.2 Семинар "Структура второго этапа проектирования ИС".	1.2.1 Этап испытаний и оптимизации. разработка чертежей конструкции. Оценка, отбор и оптимизация решений на основе лабораторных испытаний. Разработка технологии изготовления и контроля. Оценка, отбор и оптимизация решений на основе эксплуатационных испытаний. Разработка режимов эксплуатации
6	6.1 Проектирование инструментальных систем	6.1.1 Применение систем СИ, ЕСКД, ЕСДП 6.1.2 Назначение режимов резания для многоинструментальной обработки
7	7.1 Проектирование специального металлорежущего инструмента	7.1.1 Расчет и конструирование токарных резцов 7.1.2 Расчет и конструирование осевого режущего инструмента 7.1.3 Расчет и конструирование фрез 7.1.4 Расчет и конструирование резьбонарезного инструмента
8	8.1 Применение САПР при проектировании инструментов и инструментальных систем	8.1.1 Профилирование режущей части фасонного инструмента с применением САПР 8.1.2 Проектирование ИС для станков с ЧПУ
1-8	<b>Рубежный контроль:</b> Разработка подсистемы технологических решений (проектный этап)	1-8.1 Разработка подсистемы технологических решений (проектный этап) 1-8.2 Защита итоговой работы

#### 4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

##### Литература для выполнения практических работ

1. Денисова Н.А. Определение подсистем станков и материалов (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 20 с.
2. Денисова Н.А. Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства: Методические рекомендации для магистров по выполнению курсовой работы по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 48 с.
3. Денисова Н.А. Разработка методики анализа условий эксплуатации инструментов (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 16 с.

4. Денисова Н.А. Разработка подсистемы технологических решений (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине "Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 16 с.
5. Денисова Н.А. Установление номенклатуры и структуры свойств, составляющих качество системы инструмента (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине "Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 12 с.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

### **5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

<b>№ темы</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Текущий контроль, неделя</b>
1	Системный подход как основа создания и функционирования инструментальной оснастки в специальном машиностроении.	УК-1	3-УК-1 У-УК-1	УО, 2
2	Исходные данные для проектирования инструментальных систем	УК-1 ПК-4	У-УК-1 3-ПК-4 У-ПК-4	УО, 4
4	Морфологический анализ инструментальной системы	ПК-4	В-УК-1 3-ПК-4 У-ПК-4	ДЗ, 8
5	Вспомогательный инструмент в инструментальных системах	ПК-4	3-ПК-4 У-ПК-4	УО-10
	<b>Рубежный контроль:</b> Разработка подсистемы технологических решений (предпроектный этап)	УК-1 ПК-4	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4	РГР, 11

6	Проектирование инструментальных систем	ПК-4 ПК-4.1	В-ПК-4 3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	ДЗ, 11
7	Проектирование специального металлорежущего инструмента	ПК-4 ПК-4.1	В-ПК-4 3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	Контр., 14
8	Применение САПР при проектировании инструментов и инструментальных систем	ПК-4 ПК-4.1	3-ПК-4 В-ПК-4 3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	УО, 15
Рубежный контроль: Разработка подсистемы технологических решений (проектный этап)		УК-1 ПК-4 ПК-4.1	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4 3-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	РГР, 16

## 5.2. 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

### 5.2.1. Примерное задание к защите РГР

#### *Итоговая работа "Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства"*

Результат освоения теоретических знаний и практических умений, а также формирование компетенций, предусмотренных рабочей программой, проявляется в результате выполнения итоговой работы.

Итоговая работа представляет собой одну из ключевых форм учебного процесса. и носит учебно-исследовательский характер.

*Целью итоговой работы «Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства» является разработка ИС для обработки детали-представителя, характерной для производственной площадки базового предприятия, на которой закреплена студенческая проектная группа.*

*Задачи:*

- применить полученные знания по дисциплине «Инструментальные системы специального машиностроения» на практике;
- сформировать навык решения технологических задач;
- приобрести навыки формулировки суждений и выводов, логически последовательно и доказательно их излагать;
- научиться принимать решения по выбору оптимального режущего инструмента для обработки заданных поверхностей с получением требуемого качества и экономической эффективности процесса резания металлов и конструкционных материалов,
- изучить методики проектирования режущих инструментов;

- развивать навыки самостоятельной работы;
- подготовиться к выполнению магистерской диссертации.

Задание на выполнение итоговой работы разрабатывается преподавателем совместно с руководителем производственной площадки и представляет собой общее задание для проектной студенческой группы по проектированию ИС для обработки детали-представителя, и индивидуальное задание для каждого студента по проектированию инструмента.

Итоговая работа включает в себя отчет, состоящий из текстовой и расчетной частей, и графическую часть с чертежами детали-представителя, спроектированных режущих инструментов и спроектированной инструментальной системы. Для обеспечения единства правил выполнения и оформления курсовой работы необходимо строгое соблюдение Единой системы конструкторской и технологической документации, государственных и отраслевых стандартов.

Итоговая работа является частью экзамена в разделе практического задания. Защита итоговой работы должна отвечать учебным задачам дисциплины «Инструментальные системы специального машиностроения» и соответствовать последним достижениям науки и техники и современными требованиями производства к применению режущего инструмента.

### 5.2.2. Примерные критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки вырабатываются группой на одном из практических занятий в результате эвристических методов, например, с применением методики «Мозговой штурм».

Примерные критерии: Логика построения доклада; Качество изложения информации; Понятность используемых научных терминов; Наглядность презентации; Эффективность использования информационных источников; Наличие выводов по результатам исследования; Качество ответов на вопросы/ пояснений; Интерес аудитории к теме.

Оценка суммируется из:

- Среднеарифметической оценки экспертной группы (оценка группы)
- Активности работы в качестве эксперта (оценка преподавателя)

### 5.2.3. Примерные темы домашнего задания

1. Выполнить морфологический анализ режущих инструментов, используемых в технологическом процессе обработки заданной детали на станке с ЧПУ.

2. Спроектировать специальный инструмент из проектируемой инструментальной системы.

### 5.2.4 Самостоятельная работа студентов

Номер недели	Номер темы	Задание для СРС	Форма занятий для контроля	Кол-во часов СР
<i>1 семестр</i>				
4	2, 5	Подготовка докладов по темам: - Система неперетачиваемых режущих пластин для инструмента с механическим креплением пластин - Системы инструмента для токарной обработки - Системы инструмента для обработки отверстий	С	24

10		- Системы инструмента для фрезерной обработки - Системы резьбонарезного инструмента - Особенности обработки материалов специального машиностроения: керамика, пластмассы, композиты, радиоактивные материалы, труднообрабатываемые сплавы		
1-15	1-5	Литературно-информационный поиск по теме практических работ	ПР	24
5-16	1-8	Выполнение итоговой работы	ПЗ, ПР	32
			<b>ИТОГО:</b>	<b>80</b>

### 5.2.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Системный подход к проектированию инструмента: параметры проектирования систем
2. Системный подход к проектированию инструмента: оценка и обеспечение качества системы
3. Системный подход к проектированию инструмента: унификация элементов системы инструмента
4. Исходные данные для проектирования ИС: система инструментального обеспечения (СИО)
5. Исходные данные для проектирования ИС: подсистемы станков и обрабатываемых материалов
6. Исходные данные для проектирования ИС: подсистема инструментальных материалов
7. Исходные данные для проектирования ИС: подсистема технологических решений
8. Классификации систем инструмента
9. Структура инструментальных систем: морфологический анализ систем
10. Системы основного и вспомогательного инструмента: общие понятия
11. Системы вспомогательного инструмента: обоснование размерных параметров
12. Системы вспомогательного инструмента: системы базирования и закрепления
13. Системы вспомогательного инструмента: системы сменных наладок
14. Инструмент в автоматизированном производстве
15. Причинно-следственная модель инструментального обеспечения
16. Системы сменных режущих пластин: конфигурация и размеры пластин
17. Системы сменных режущих пластин: формы передних поверхностей пластин
18. Системы сменных режущих пластин: типы крепления пластин
19. Системы токарного инструмента: системы узлов крепления СМП
20. Системы токарного инструмента: системы резцов
21. Системы токарного инструмента: системы отрезных и канавочных резцов
22. Системы осевого режущего инструмента: системы сверл
23. Системы осевого режущего инструмента: системы зенкеров и разверток
24. Системы расточного инструмента
25. Системы резьбонарезного инструмента
26. Системы инструмента для фрезерования: системы торцовых фрез
27. Системы инструмента для фрезерования: системы концевых и торцово-цилиндрических фрез
26. Системы инструмента для фрезерования: системы дисковых фрез
27. Модель взаимодействия инструмента, станка и детали в процессе обработки
28. Компоновка систем инструмента
29. Синтез системы инструмента
30. Автоматическая смена инструмента, ее учет в проектировании ИС
31. Этапы проектирования ИС
32. Системы замены и расчет номенклатуры режущего инструмента
33. Назначение и выбор инструмента в соответствии с технологической задачей
34. Кодирование и информационный поиск инструмента при работе в автоматическом цикле

35. Системы инструментального обеспечения: схемы построения систем
36. Системы инструментального обеспечения: автоматизированная система организации инструментального обеспечения
37. Системы инструментального обеспечения: хранение и складирование инструмента
38. Системы инструментального обеспечения: подготовка инструмента к работе
39. Системы инструментального обеспечения: планирование инструментального обеспечения
40. Автоматизированное проектирование инструмента: общие вопросы организации САПР
41. Обобщенный алгоритм проектирования специального инструмента
42. Алгоритм расчета и проектирования токарных резцов
43. Алгоритм расчета и проектирования сборных резцов с механическим креплением пластин
44. Алгоритм расчета и проектирования фасонных токарных резцов
45. Алгоритм расчета и проектирования расточных резцов
46. Алгоритм расчета и проектирования сверл
47. Алгоритм расчета и проектирования зенкеров и разверток
48. Алгоритм расчета и проектирования фрез
49. Алгоритм расчета и проектирования резьбонарезного инструмента
50. Алгоритм расчета и проектирования многоинструментальной системы

### 5.2.6 Подготовка и проведение экзамена

По предложению инструментальной компании Sandvik Coromant и ее Российского представительства мы сдаем тестирование, предложенное компанией, дистанционно в соответствии с переходом компании на цифровизацию промышленного производства (Индустрия 4.0). По итогам успешного тестирования (более 90% правильных ответов) обучающимся высылается сертификат соответствия.

Экзамен состоит из двух этапов:

1. *Тестирование* с предварительным обучением на сайте Сандвик Коромант – Welcome to Sandvik Coromant – сервис – обучение (<https://www.sandvik.coromant.com/ru>).
2. *Практическое задание*. Защита итоговой работы проектирования ИС (групповая); защита работы по проектированию режущего инструмента (индивидуально). Групповая защита проводится на последней неделе семестра. Оценка выставляется в соответствии с набранными баллами БСР.

### 5.2.7. Наименование оценочного средства

КАРТА ЭКСПЕРНОЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ИТОГОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Представлена в Фонде оценочных средств по дисциплине «Инструментальные системы специального машиностроения»

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:



Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник. – М.: Машиностроение, 2006. – 336 с.
2. Мелентьев Г.А., Схиртладзе А.Г., Шебашев В.Е., Шобанов Л.Н. Проектирование металлорежущего инструмента: учебник. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 388 с.
3. Ревенков, А.В. Теория и практика решения технических задач: учеб. пособие / А.В. Ревенков, Е.В. Резчикова. М.: ФОРУМ, 2008. – 384 с.
4. Старжинский, В.П. Методология науки и инновационная деятельность / В.П. Старжинский, В.В. Цепкало. - Минск; Новое знание; М.; ИНФРА-М, 2013. – 327 с.
5. Схиртладзе, А.Г. Проектирование нестандартного оборудования: учебник / А.Г. Схиртладзе, С.Г. Ярушин. М.: Новое знание, 2006. – 424 с.

### Дополнительная литература

1. Гречишников В.А., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. и др. Металлорежущие инструменты. Учебник. – М. ИЦ МГТУ «Станкин», Янус-К, 2005. – 568 с.
2. Гречишников В.А., Схиртладзе А.Г., Борискин В.П., Пульбере А.И., Чупина Л.А. Формообразующие инструменты машиностроительных производств. Инструменты общего назначения: учебник. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 432 с.
3. Зубарев Ю.М. Современные инструментальные материалы: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 224 с.
4. Овсеев А.Н., Клауч Д.Н., Кирсанов С.В., Максимов Ю.В. Формообразование и режущие инструменты : учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2010. – 416 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя (в 2-х томах). Т.2. – М.: «Машиностроение», - 2003 г. – 943 с.
6. Ящерицын, П.И. Теория резания: учеб. / П.И. Ящерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – МН.: Новое знание, 2005. – 512 с.: ил. - (Техническое образование)

#### Электронные ресурсы

1. <http://elektronic-chel.ru>
2. <http://rezh-instrument/ru>
3. <http://life-prog.ru/>
4. [http://static.tverdysplav.ru/docs/Sandvik\\_Coromant/](http://static.tverdysplav.ru/docs/Sandvik_Coromant/)
5. <http://www.bibliotekar.ru/teoria-gosudarstva-i-prava-4/95.htm>
6. <http://www.glossary.ru>
7. <https://www.sandvik.coromant.com/ru>

#### Литература для выполнения практических работ

6. Денисова Н.А. Определение подсистем станков и материалов (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 20 с.
7. Денисова Н.А. Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства: Методические рекомендации для магистров по выполнению курсовой работы по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 48 с.
8. Денисова Н.А. Разработка методики анализа условий эксплуатации инструментов (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 16 с.
9. Денисова Н.А. Разработка подсистемы технологических решений (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 16 с.
10. Денисова Н.А. Установление номенклатуры и структуры свойств, составляющих качество системы инструмента (Предпроектный анализ): Методические рекомендации для магистров по выполнению практических работ по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине " Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 12 с.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для преподавания дисциплины «Инструментальные системы специального машиностроения» на кафедре созданы следующие условия: лекционные, семинарские и практические занятия: демонстрационная аудитория на 26 посадочных мест с возможностью использования электронной презентации, интерактивной доски.

1. Учебная аудитория на 25 мест, оснащенная медиа оборудованием для демонстрации электронных презентаций, интерактивной доской.

2. Оборудование и оснастка производственных площадок базового предприятия для практической работы проектных студенческих групп.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выбор образовательных технологий определяется достаточно малым количеством учебных часов, предоставляемых учебным планом, поэтому традиционная организация учебного процесса не сможет дать планируемую эффективность освоения студентами данной дисциплины.

Основные применяемые образовательные технологии позволяют реализовать принципы современного этапа модернизации профессионального образования:

1. Компетентностно-деятельностный подход, который предполагает освоение студентами необходимого объема информации в процессе активной деятельности и приобретение ими в результате такой деятельности определенных компетенций, определяемых как готовность студента к их применению в процессе будущей профессиональной деятельности.

2. Использование самостоятельной работы студентов в области информационных технологий как основной формы организации образовательного процесса и определение ее как вида учебной деятельности, имеющий самостоятельный статус наравне с аудиторными часами;

3. Предварительное изучение базовых тем, сформированность у студента целей, задач и направления разделов самостоятельной работы;

4. Применение индивидуально-ориентированного подхода к организации контроля и осуществление его посредством выступлений с докладами, организации бесед и дискуссий, написаний эссе и пр.

5. Применение в образовательном процессе методов активизации образовательной деятельности, таких как:

- методы ИТ – изучение требуемого теоретического материала с применением компьютеров и доступом к Интернет-ресурсам.

- работа в команде при условии специальной организации совместной деятельности студентов в малых группах.

- деловая игра, основанная на ролевой имитации студентами реальной профессиональной деятельности.

- контекстное обучение – мотивация студентов к освоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

- обучение на основе собственного опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации его личного опыта с предметом изучения.

- индивидуальное обучение – выстраивание студентами собственных образовательных траекторий (индивидуальных образовательных маршрутов) при освоении дисциплины или выполнении конкретной работы.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методические рекомендации для преподавателя по работе с РП**

Рабочая программа учебной дисциплины «Инструментальные системы специального машиностроения» обозначает основные направления преподавания дисциплины.

Преподавателю необходимо:

- хорошо знать требования к режущему инструменту, предъявляемые базовым предприятием и строить преподавание дисциплины с учетом этих требований;
- формировать материально-техническое обеспечение дисциплины с учетом развития взаимовыгодного сотрудничества российских предприятий с зарубежными;
- посещать семинары по высокопроизводительной материалообработке;
- ориентироваться в современном ассортименте инструмента, предлагаемого на рынке, так как современные специалисты по механообработке предпочитают использование инструмента известных марок;
- давать сведения по стандартному российскому инструменту в сравнении с инструментом, предлагаемым в каталогах известных мировых фирм по производству инструмента;
- иметь достаточный набор современных каталогов и электронного ресурсобеспечения, предоставляемого на безвозмездной основе ведущими компаниями по производству инструмента, грамотно использовать их в преподавании.

На современных предприятиях при инструментальном обеспечении производства акцент делается не на проектирование, а на выбор режущего инструмента, так как предприятия стремятся создать гибкое автоматизированное производство, используя станочный парк с ЧПУ. Однако особенностью производственных площадок базового предприятия является обработка специальных материалов, характерных фасонных поверхностей, что требует проектирования режущего инструмента на производстве. Поэтому предлагается для студентов магистратуры по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» итоговая работа, включающая не только проектирование ИС, но и специального режущего инструмента. Данная работа является развитием темы бакалавриата «Выбор режущего инструмента».

В итоговой работе необходимо предусмотреть выполнение графической части с применением САПР на основе комплексных решений АСКОН - Компас-3D, применяемой на базовом предприятии.

### **Методические указания для студентов**

#### *Методические указания к практическим и семинарским занятиям*

Подготовка к практическим и семинарским занятиям является разделом самостоятельной работы.

К каждому практическому и семинарскому занятию студенты получают задание заранее, как правило, по окончании лекции. Для подготовки задания можно использовать любые информационные источники, как учебники, учебные пособия, справочники, каталоги, методические разработки, статьи из периодической печати, так и Интернет. Однако при использовании Интернета, следует вырабатывать привычку искать подтверждения информации в специальных литературных источниках, имеющих доказанную положительную репутацию.

Активная подготовка к практическим и семинарским занятиям отмечается в балльно-рейтинговой системе.

Для выполнения практических работ предоставлены методические разработки (см. п.4.3).

*Методические указания по выполнению итоговой работы*  
*«Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства»*

Основные теоретические вопросы, которые необходимо знать для выполнения итоговой работы, изучают в процессе лекционных и практических занятий и работ по дисциплине «Инструментальные системы специального машиностроения», а также других специальных дисциплин. Знакомство с методикой выполнения итоговой работы необходимо для обеспечения единых требований и эффективной работы студентов по курсовой специализации. Итоговая работа является также подготовкой студентов к выполнению магистерской диссертации.

Результатом итоговой работы является отчет (соответствует ГОСТ 7.32-2001. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ. Структура и правила оформления). Нельзя сводить описание к переписыванию страниц из двух-трех источников. Чтобы работа не граничила с плагиатом, серьезные теоретические положения и практические рекомендации необходимо давать со ссылкой на источник. Желательно, чтобы это был не учебник по данной дисциплине. Написание итоговой работы предполагает более глубокое изучение выбранной темы, чем это раскрывается в учебной литературе.

Студент в своем отчете должен продемонстрировать уровень овладения начальными навыками научного мышления. Для этого на данном этапе обучения достаточно квалифицированно и грамотно поставить проблему. Решение проблемных вопросов, возникающих при выполнении работы, должно сопровождаться для студентов творческим подходом, критическим анализом проблем, ситуаций, технологических условий и принятием оптимальных решений.

Приветствуется, если работа выполняется с помощью специалистов, работающих с режущим инструментом. Но необходимо помнить, что работа должна быть защищена.

Критериями оценки итоговой работы являются ее содержание, глубина освоения теоретического материала, уровня практических умений и навыков, качество подбора и использования источников, степень самостоятельности, оригинальность выводов и предложений, качество используемого материала, уровень грамотности (общий, технологический, экономический), общая культура изложения в пояснительной записке и выполнения остальных разделов работы.

Методические указания по выполнению итоговой работы даны в методической разработке:

~ Денисова Н.А. Проектирование инструментальной системы для автоматизированного производства: Методические рекомендации для магистров по выполнению итоговой работы по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по дисциплине "Инструментальные системы специального машиностроения", 2015 г. - Саров. - 48 с.

Для оптимального распределения трудоемкости выполнения итоговой работы по времени, необходимо разработать индивидуальный график выполнения работы и согласовать с руководителем итоговой работы. Рекомендации по разработке графика даны в методической разработке.

*Методические указания по выполнению расчетно-графических работ*

РП предусмотрено выполнение расчетно-графических работ как части итоговой работы:

Графическая часть работы выполняется с учетом размеров инструмента на листах любых форматов, установленных ГОСТ 2.301 – 68 «Форматы», при этом основную надпись на чертежах выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104 – 2006 «Основные надписи». Графическая часть выполняется в четком соответствии со стандартами СИ, ЕСКД, ЕСПД

### *Методические указания по организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студента является обязательной при освоении дисциплины и курируется преподавателем. Задания выдаются преподавателем периодически в течение периода изучения дисциплины. Самостоятельно студенты изучают и выполняют:

- темы, рекомендуемые преподавателем;
- задания преподавателя при подготовке к семинарам и практическим занятиям;
- решения задач по назначению режимов резания;
- алгоритм проектирования инструмента;
- итоговую работу.

Информационные источники рекомендуются преподавателем, а также ведется их поиск самостоятельно.

При использовании Интернет-ресурсов, если материал найден в зоне свободного поиска, рекомендуется проверка найденных сведений по первоисточникам: справочникам, каталогам, учебной литературе и пр. Сайты компаний мирового значения имеют значительный рейтинг доверия.

### *Методические указания по использованию прикладных компьютерных программ*

В практических работах рекомендуется использование сайта компанией Сандвик Коромант «Wellcome». В программе предлагается выбор основного и вспомогательного режущего инструмента согласно видам обработки, выбор пластин, корпусов и расчет режимов обработки в зависимости от обрабатываемого материала. Подобные программы разработаны и другими компаниями, например, Dormer, Walter и могут применяться при условии самостоятельного изучения.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): доцент кафедры ТСМ, канд. пед. наук

Денисова Н.А.

Рецензент(ы): ведущий инженер-технолог завода РФЯЦ ВНИИЭФ

Дроздов А.Ю.