

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор

по учебно-методической работе



А. А. Панфилов

2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология обработки деталей на станках с ЧПУ»**

Направление подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль / программа подготовки: Процессы механической и физико-технической обработки

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	6 / 216	18	18	-	180	Зачет, КП
Итого	6 / 216	18	18	-	180	

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской деятельности</i> в области разработки и эксплуатации машиностроительных производств, объектов и технологий машиностроения, исходя из задач конкретного исследования; к <i>научно-педагогической деятельности</i> , разработке методического обеспечения и применению современных методов и методик преподавания.

-ознакомить обучающихся с прогрессивными технологическими процессами механической обработки деталей на высокоэффективном, быстроперенастраиваемом оборудовании с числовым программным управлением;

- научить обучающихся основам проектирования гибкой технологии обработки высокоточных деталей машиностроения на современных многофункциональных станках с ЧПУ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Для успешного освоения материала дисциплины обучающиеся должны обладать хорошей подготовкой по основам технологии машиностроения, теории резания, режущему инструменту, технологии машиностроения, металлорежущим станкам с числовым программным управлением.

До изучения дисциплины магистранты должны пройти производственную практику на одном из передовых машиностроительных предприятий для изучения процессов выполнения различных станочных операций на станках с ЧПУ, что способствует более успешному усвоению теоретического материала, связанного проектированием процессов обработки заготовок на станках с ЧПУ.

Дисциплина «Основы технологии машиностроения» вооружает магистрантов теоретическими знаниями, на основе которых возможна разработка процесса обработки заготовок на металлорежущих станках с минимальными погрешностями обработанных поверхностей.

Эти знания необходимы для выполнения расчетов по прогнозированию ожидаемой точности обработанных деталей на станках с ЧПУ и разработке технологических мер по повышению параметров качества деталей.

Эти знания особенно необходимы при обработке высокоточных сложно профильных деталей на станках с ЧПУ.

Знания фундаментальных положений дисциплин «Теория резания», «Режущий инструмент» позволяют четко представлять физические, механические и др. явления, сопутствующие процессу резания металлов, осуществлять обоснованный выбор режущего инструмента с позиции обеспечения требуемой точности и производительности обработки.

Знания устройства и принципов функционирования металлорежущих станков с ЧПУ, их компоновок, рабочих движений, технических характеристик необходимы для обоснованного выбора модели станка с ЧПУ, используемой для обработки конкретной детали, что в значительной степени определяет эффективность процесса обработки в целом.

Научные положения дисциплины «Технология машиностроения», являются основой для построения высокоэффективной технологии обработки заготовок: назначения оптимальных режимов резания, выбора геометрии режущего инструмента, последовательности выполняемых переходов и т. д.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ УСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.04.05:

Р1, Р6, (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.04.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования современных научных методов исследования, ориентироваться в постановке задач и определять пути поиска и средства их решения, применять знания о современных методах исследования, ставить и решать прикладные исследовательские задачи (ПК-15):

**знать:**

- современное состояние технологии механической обработки деталей, в т.ч. на станках с ЧПУ, а также средств технологического оснащения для ее реализации;

**уметь:**

- ориентироваться в постановке сложных задач и определять пути поиска и средств их решения;

- определять и анализировать актуальные нерешенные научно-технические задачи в области технологии обработки деталей маши и средств технологического оснащения;

**владеть:**

- технологическими, конструкторскими способами и научными методами исследования, на основе которых возможно решение имеющихся нерешенных научно-технических задач в области технологии механической обработки и средств ее оснащения;

способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей, выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований, разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств (ПК-16):

**знать:**

- методику постановки и реализации экспериментов, направленных на установление зависимостей выходных показателей качества обработанных поверхностей с элементами режимов резания и других факторов, оказывающих влияние на показатели качества;

**уметь:**

- обоснованно выбирать факторы процесса механической обработки деталей, оказывающих доминирующее влияние на геометрическую точность обработанных поверхностей;

**владеть:**

- методикой оценки результатов исследований и сравнения новых экспериментальных данные с известными;

способностью использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем, проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разрабатывать их алгоритмическое и программное обеспечение (ПК-17):

**знать:**

- известные научные способы решения новых научных, технических и технологических проблем в области повышения эффективности процессов механической обработки деталей машин;

**уметь:**

- разрабатывать технологические схемы обработки и анализировать причины низкой эффективности того или иного процесса;

**владеть:**

- методикой определения моделей параметров процесса обработки и разработки на их основе новых решений, направленных на повышение эффективности технологических процессов обработки;

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с основной образовательной программой магистратуры) (ПК-19):

**знать:**

- устройство, принципы функционирования современного металлорежущего оборудования с ЧПУ, технологической оснастки и измерительных приборов;

**уметь:**

- объективно оценивать технологические возможности современного металлорежущего оборудования с ЧПУ и в соответствии с ними назначать технологию механической обработки подобранных деталей;

**владеть:**

- методикой оценки хода технологического процесса обработки деталей по показателям качества обработанных поверхностей, на основании чего устраняются причины появления брака.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Семестр	Номер недели семестра	Раздел (тема) дисциплины	Вид учебной работы и трудоемкость (час)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	КП / КР			
<b>1.</b>	3		<b>Раздел 1.</b>						10/50		
1.1		1-2	Преимущества станков ЧПУ. Принцип действия многофункционального фрезерного станка с ЧПУ HAAS и обрабатывающего центра Qwazer. Технологические возможности станков.	2	2	-	20		2 / 50	<i>Устный опрос, отчеты по практическим работам</i>	
1.2		3-4	Подготовка исходных данных для разработки технологии обработки деталей на станках с ЧПУ. Оценка технологичности конструкции детали.	2	2	-	30		2 / 50		
				<i>Текущий контроль</i>							<i>Рейтинг-контроль №1</i>
<b>2</b>				<b>Раздел 2.</b>							
2.1	5-, 7		Технологическая подготовка производства на станках с ЧПУ. Выбор деталей и оборудования для обработки на станках с ЧПУ. Переработка чертежей деталей, разработка технологического маршрута обработки. Методика разработки маршрутной	4	2	-	40		3 / 50	<i>Устный опрос, отчеты по практическим работам</i>	

		технологии механической обработки деталей.							
2.2	8-11	Проектирование технологических операций обработки деталей на многофункциональных токарных станках с ЧПУ.	4	4	-	40	+	4 / 50	
		<i>Текущий контроль</i>							<i>Рейтинг-контроль №2</i>
<b>3.</b>		<b>Раздел 3.</b>							
3.1	12 - 15	Проектирование технологич. операций на фрезерных станках с ЧПУ Проектирование процессов обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.	4	4	-	30	+	4 / 50	<i>Устный опрос, отчеты по практическим работам</i>
3.2	16 - 18	Обеспечение требуемой точности обработки на станках с ЧПУ.	2	4	-	20		3 / 50	
		<i>Текущий контроль</i>							<i>Рейтинг-контроль №3</i>
		<b>Промежуточная аттестация</b>			-				<b>Зачет</b>
<b>Итого за 3-й семестр</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>180</b>	<b>+</b>	<b>18 / 50</b>	

### Лекции

**Раздел 1.** «Устройство, принцип работы и технологические возможности многофункциональных станков с ЧПУ».

Общая характеристика металлорежущего оборудования с числовым программным управлением. Достоинства и недостатки, области эффективного применения. Классификация многофункциональных станков с ЧПУ по признакам: технологическое назначение количество используемого инструмент, системы числового программного управления, геометрическая точность, степени автоматизации и др. Перспективы дальнейшего промышленного использования станков с ЧПУ в условиях машиностроительного производства и схемы обозначения станков.

Компоновка, устройство и принцип функционирования многофункционального трех осевого токарного станка с ЧПУ модели TURN-155, его технологические возможности. Компоновка, устройство и принцип функционирования вертикально-фрезерного многофункционального станка с ЧПУ HAAS. Компоновка, устройство и принцип функционирования пяти осевого обрабатывающего центра QUASER. Технологические возможности гибкого многофункционального оборудования с ЧПУ и области их эффективного использования. Подготовка исходных данных для разработки технологии обработки деталей на станках с ЧПУ. Оценка технологичности конструкции детали

## **Раздел 2. «Технологическая подготовка производства на станках с ЧПУ»**

Понятия: техническая, конструкторская, технологическая подготовка производства и календарное планирование. Специфика технологической подготовки производства на станках с ЧПУ: сложность, потребность в кадрах высокой квалификации, надежное инструментальное обеспечение, типизация технологических процессов и необходимость применения группового метода обработки.

Характеристик этапов технологической подготовки производства для станков с ЧПУ:

1. Классификация деталей и определение технико-экономической целесообразности их обработки на станке с ЧПУ.

2. Разработка технической документации.

3. Изготовление специальной технологической оснастки и режущего инструмента.

4. Проверка и корректировка управляющей программы.

Исходные данные для проектирования технологии механической обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ, обрабатывающих центрах и гибких производственных системах: чертеж и технические условия на изготовление детали, размер программного задания, чертеж заготовки и номенклатуры деталей, которые целесообразно обрабатывать на станках с ЧПУ.

## **Раздел 3. «Проектирование технологических операций на станках с ЧПУ».**

Технико-экономические принципы проектирования технологических процессов для станков с ЧПУ. Оценка технико-экономической эффективности перевода обработки деталей на станки с ЧПУ. Оценка технологичности конструкции детали с позиции требований механической обработки и задач программирования. Методика анализа маршрутной технологии с целью совмещения операций и уменьшения числа переустановок детали, снятия разметочных операций, уменьшения объема слесарной доводки, сокращения объема контроля. Пути сокращения вспомогательного времени при механической обработке деталей на станках с ЧПУ.

Особые требования, предъявляемые к режущему инструменту для обеспечения высокопроизводительной и высокоточной обработки. Определение последовательности обработки обычных и ответственных, дорогостоящих деталей на станках с ЧПУ.

Структура операции механической обработки детали на станке с ЧПУ и ее отличие от классической, принятой для универсальных станков с РУ: метод автоматического получения размеров; наличие управляющей программы; возможность оптимизации процесса обработки и его полной автоматизации. Необходимость решения традиционных задач: выбор схемы базирования и закрепления заготовки, установление последовательности обработки поверхностей, выбор конструкции станочного приспособления определение числа переходов, выбор модели станка с ЧПУ, выбор типоразмеров режущих инструментов, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, норм времени и производительности операции; разработка траектории движения режущих инструментов. Дополнительные этапы: расчет координат опорных точек эквидистанты, разработка управляющей программы работы станка с ЧПУ, ее верификация, коррекция и отработка.

Варианты траектории движений режущего инструмента при черновой обработке ступенчатого вала на многофункциональном токарном станке с ЧПУ. Разработка технологии токарной обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси: обработка пазов, шлицев, винтовых пазов, поверхностей, цепочек резьб, перпендикулярных к оси детали отверстий и др.

Разработка технологии обработки системы отверстий параллельных и радиальных пазов, а также растачивания отверстий на фрезерных станках с ЧПУ. Типовые схемы технологических переходов, выполняемых при фрезерной обработке. Расчет режимов резания и нормирование операций механической обработки деталей на станках с ЧПУ.

Типовые траектории движения фрезы (зигзагообразный и спиралевидный), применяемые при обработке деталей на обрабатывающих центрах, их характеристика и

обоснованный выбор рациональной схемы. Особенности объемного фрезерования с одновременным движением режущего инструмента по трем осям.

Пяти осевая фрезерная обработка поверхностей деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Круговое фрезерование отверстий деталей взамен растачивания, преимущества и области применения. Технология обработки основных отверстий корпусных деталей на обрабатывающих центрах с использованием оси С.

Технологическая оснастка, применяемая при обработке цилиндрических и корпусных деталей на обрабатывающих центрах. Выбор плана операций обработки корпусных деталей с обеспечением минимума вспомогательного времени на технологическую операцию. Применение комбинированного инструмента в целях повышения производительности обработки на обрабатывающих центрах.

Специфика расчета режимов резания при обработке деталей на обрабатывающих центрах. Применение программной среды ProE Wildfire 5 для компьютерного автоматизированного проектирования технологии обработки деталей на обрабатывающих центрах.

Факторы, определяющие точность обработки деталей на многофункциональном токарном станке с ЧПУ, методика расчета ожидаемой погрешности обработки. Определение элементарных погрешностей обработки тонкостенных высокоточных деталей, обусловленных деформацией поперечного сечения заготовки, износом режущего инструмента и установкой заготовки.

Расчет доминирующих погрешностей при обработке деталей на многофункциональном фрезерном станке с ЧПУ. Специфика определения элементарных погрешностей обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Разработка технологических мероприятий повышения геометрической точности механической обработки деталей на современных многофункциональных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах. Пути сокращения сроков подготовки: сокращение времени на подготовку управляющих программ, применение группового метода обработки, применение гибкой оснасти, широкое использование системы автоматического программирования, компьютерных технологий на базе ProE WILDFIRE-5, унификации и стандартизации элементов технологической оснастки и др.

### **Практические занятия**

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

#### **Темы практических занятий**

Учебно-образовательный раздел. Цели практикума	Наименование занятия
Разделы 1-3. Цель: Приобретение профессиональных компетенций и практического опыта в разработке высокоэффективных технологических процессов механической обработки различных поверхностей на многофункциональных станках с ЧПУ.	1. Изучение технологических возможностей многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN-155. 2. Изучение технологических возможностей многофункционального фрезерного станка с ЧПУ модели HAAS. 3. Изучение технологических возможностей обрабатывающего центра модели QUASER. 4. Выбор деталей для обработки на



	<p>многофункциональных станках с ЧПУ и оценка технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.</p> <p>5. Переработка рабочего чертежа деталей, для последующей обработки на станках с ЧПУ выбор схемы базирования и закрепления заготовок на станке с ЧПУ.</p> <p>6. Разработка технологического маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ.</p> <p>7. Разработка эквидистанты движения режущего инструмента при обработке деталей.</p> <p>8. Разработка операций многопроходной обработки деталей на токарных, фрезерных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.</p> <p>9. Расчет режимов резания при обработке различных поверхностей деталей.</p> <p>10. Нормирование технологических операций, выполняемых на станках с ЧПУ.</p> <p>11. Определение производительности технологических операций, выполняемых на станках с ЧПУ.</p>
--	--

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются следующие формы образовательных технологий:

- при проведении лекционных занятий, используется проблемный метод, в результате чего обучающиеся знакомятся с технологическими проблемами отечественного машиностроения, передовыми технологиями, основанными на использовании современных многофункциональных станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и гибких производственных систем. Здесь используются мультимедийные технологии;

- при проведении лабораторных работ разрабатываются альтернативные варианты технологических процессов для обработки одной и той же детали после чего проводится интерактивный этап обучения. После выбора наиболее рационального варианта технологии проводится компьютерная симуляция, отражающая в масштабе реального времени траекторию движения режущего инструмента и формирование обрабатываемой поверхности;

- при проведении практических занятий реализуется технология коллективной мыследеятельности: создаются малые группы студентов (2-3) человека, которые разрабатывают технологический процесс для одной или двух деталей, после чего представителем каждой группы обосновывается разработанный вариант технологии, а затем происходит обсуждение достоинств и недостатков каждого из вариантов. В конце интерактивного обучения итог подводит преподаватель, который обосновывает наиболее рациональный вариант;

- экскурсии по лабораториям научного образовательного центра университета, где установлено и эксплуатируется металлорежущее оборудование с ЧПУ, выпущенное

передовыми станкостроительными компаниями Германии и Японии. В ходе экскурсии обучающиеся знакомятся с современными металлорежущими станочными системами, технологической оснасткой и контрольно-измерительными приборами и организуются встречи обучающихся со специалистами, обслуживающими современное оборудование и выпускающими высокоточную машиностроительную продукцию;

- рейтинговая технология контроля знаний обучающихся, способствующая закреплению полученных знаний и практических навыков.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Вопросы для проведения текущего контроля успеваемости студентов**

#### Рейтинг-контроль 1

1. Назовите достижениями последних десятилетий в области технологии механической обработки изделий
2. Какие преимущества станков с числовым программным управлением по сравнению станков с ручным управлением?
3. Почему точность обработки на станках с ЧПУ выше чем станков с ручным управлением?
4. Почему производительность обработки на станках с ЧПУ выше чем станков с ручным управлением?
5. Опишите классификацию станков и систем ЧПУ по принципу управления движением и по количеству используемого инструмента.
6. Охарактеризуйте общепринятое обозначение моделей станков с ЧПУ.
7. Каково устройство многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN 155?
8. Каков принцип действия многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN 155?
9. Как устроен многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ модели HAAS?
10. Каков принцип действия многофункционального с ЧПУ модели фрезерный станок с ЧПУ HAAS?
11. Как устроен многооперационный станок с ЧПУ QUAZER?
12. Как функционирует многооперационный станок с ЧПУ QUAZER?
13. Какие погрешности обработки характерны для станков с ЧПУ?

#### Рейтинг-контроль 2

1. Дайте определение эквидистанты движения режущего инструмента и ее опорных точек.
2. Изложите рекомендации по выбору опорных точек эквидистанты.
3. Какая технологическая документация разрабатывается для станков с ЧПУ?
4. Какие этапы работ входят в технологическую подготовку производства на станках с ЧПУ?
5. В чем заключается специфика технологической подготовки производства с использованием станков с ЧПУ?
6. Изложите классификацию деталей и определение технико-экономической целесообразности обработки деталей на станке с ЧПУ (первый этап технологической подготовки производства на станках с ЧПУ).
7. Как осуществляется выбор номенклатуры деталей для обработки на станках с ЧПУ?

8. За счет чего типизация технологических процессов обеспечивает повышение эффективности обработки деталей на станках с ЧПУ?
9. Почему применение групповой технологии является средством повышения эффективности обработки деталей на станках с ЧПУ?
10. Назовите этапы технологической подготовки механической обработки деталей на станках с ЧПУ.
11. Изложите методику переработки рабочего чертежа деталей при переходе к обработке на станках с ЧПУ.
12. Как анализируют технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ?
13. Как выполняется второй этап технологической подготовки производства (разработка технической документации) деталей на станках с ЧПУ?
14. Как решается третий этап технологической подготовки производства (изготовление специальной технологической оснастки и режущего инструмента) для станков с ЧПУ?
15. Как решается четвертый этап технологической подготовки производства (проверка и корректировка управляющей программы)?

### Рейтинг-контроль 3

1. Охарактеризуйте выполнение цикла растачивания на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
2. Охарактеризуйте выполнение цикла выполнения ряда отверстий, центры которых расположены на одной прямой, на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
3. Охарактеризуйте выполнение цикла выполнения ряда отверстий, центры которых расположены по окружности, на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
4. Охарактеризуйте выполнение шаблона отверстий на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
5. Охарактеризуйте цикл торцового фрезерования на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
6. Охарактеризуйте цикл контурного фрезерования на станке с ЧПУ НААС.
7. Опишите цикл нарезания резьбы на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
8. Опишите цикл обработки нескольких параллельных прямолинейных продольных пазов на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
9. Опишите цикл обработки нескольких прямолинейных радиально расположенных по окружности пазов на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
10. Опишите цикл обработки криволинейных пазов, расположенных по окружности, на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
11. Охарактеризуйте циклы обработки прямоугольной и круговой выемки на фрезерном станке с ЧПУ НААС.
12. Изложите методику расчета режима резания для одноинструментной черновой обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
13. Изложите методику расчета режима резания для одноинструментной чистовой обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
14. Изложите методику расчета режима тонкого точения при одноинструментной обработке поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
15. Изложите методику расчета режима резания для чернового фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
16. Изложите методику расчета режима резания для чистового фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
17. Изложите методику расчета режима резания для тонкого фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
18. Изложите методику расчета режима резания при обработке заготовок на многооперационном станке с ЧПУ.

19. Как рассчитать поле рассеяния диаметров детали, обусловленное упругими деформациями консольно закрепленной заготовки и выполнить экспериментальную проверку результатов расчета?.

20. Как определить относительную погрешность, обусловленную упругими деформациями консольно закрепленного в трехкулачковом патроне нежесткого вала?

21. Как рассчитать и экспериментально проверить погрешность обработки детали, вызванную размерным износом режущего инструмента?

22. Как нормируют технологические операции механической обработки заготовок на станках с ЧПУ?

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации студентов – зачету**

1. Назовите достижения последних десятилетий в области технологии механической обработки изделий
2. Какие преимущества станков с числовым программным управлением по сравнению с ручным управлением?
3. Почему точность обработки на станках с ЧПУ выше чем станков с ручным управлением?
4. Почему производительность обработки на станках с ЧПУ выше чем станков с ручным управлением?
5. Опишите классификацию станков и систем ЧПУ по принципу управления движением и по количеству используемого инструмента.
6. Охарактеризуйте общепринятое обозначение моделей станков с ЧПУ.
7. Каково устройство многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN 155?
8. Каков принцип действия многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN 155?
9. Как устроен многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ модели HAAS?
10. Каков принцип действия многофункционального с ЧПУ модели фрезерный станок с ЧПУ HAAS?
11. Как устроен многооперационный станок с ЧПУ QUAZER?
12. Как функционирует многооперационный станок с ЧПУ QUAZER?
13. Какие погрешности обработки характерны для станков с ЧПУ?
14. Дайте определение эквидистанты движения режущего инструмента и ее опорных точек.
15. Изложите рекомендации по выбору опорных точек эквидистанты.
16. Какая технологическая документация разрабатывается для станков с ЧПУ?
17. Какие этапы работ входят в технологическую подготовку производства на станках с ЧПУ?
18. В чем заключается специфика технологической подготовки производства с использованием станков с ЧПУ?
19. Изложите классификацию деталей и определение технико-экономической целесообразности обработки деталей на станке с ЧПУ (первый этап технологической подготовки производства на станках с ЧПУ).
20. Как осуществляется выбор номенклатуры деталей для обработки на станках с ЧПУ?
21. За счет чего типизация технологических процессов обеспечивает повышение эффективности обработки деталей на станках с ЧПУ?
22. Почему применение групповой технологии является средством повышения эффективности обработки деталей на станках с ЧПУ?
23. Назовите этапы технологической подготовки механической обработки деталей на станках с ЧПУ.
24. Изложите методику переработки рабочего чертежа деталей при переходе к обработке на станках с ЧПУ.

25. Как анализируют технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ?
26. Как выполняется второй этап технологической подготовки производства (разработка технической документации) деталей на станках с ЧПУ?
27. Как решается третий этап технологической подготовки производства (изготовление специальной технологической оснастки и режущего инструмента) для станков с ЧПУ?
28. Как решается четвертый этап технологической подготовки производства (проверка и корректировка управляющей программы)?
29. Охарактеризуйте выполнение цикла растачивания на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
30. Охарактеризуйте выполнение цикла выполнения ряда отверстий, центры которых расположены на одной прямой, на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
31. Охарактеризуйте выполнение цикла выполнения ряда отверстий, центры которых расположены по окружности, на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
32. Охарактеризуйте выполнение шаблона отверстий на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
33. Охарактеризуйте цикл торцового фрезерования на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
34. Охарактеризуйте цикл контурного фрезерования на станке с ЧПУ HAAS.
35. Опишите цикл нарезания резьбы на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
36. Опишите цикл обработки нескольких параллельных прямолинейных продольных пазов на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
37. Опишите цикл обработки нескольких прямолинейных радиально расположенных по окружности пазов на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
38. Опишите цикл обработки криволинейных пазов, расположенных по окружности, на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
39. Охарактеризуйте циклы обработки прямоугольной и круговой выемки на фрезерном станке с ЧПУ HAAS.
40. Изложите методику расчета режима резания для одноинструментной черновой обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
41. Изложите методику расчета режима резания для одноинструментной чистовой обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
42. Изложите методику расчета режима тонкого точения при одноинструментной обработке поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.
43. Изложите методику расчета режима резания для чернового фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
44. Изложите методику расчета режима резания для чистового фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
45. Изложите методику расчета режима резания для тонкого фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.
46. Изложите методику расчета режима резания при обработке заготовок на многооперационном станке с ЧПУ.
47. Как рассчитать поле рассеяния диаметров детали, обусловленное упругими деформациями консольно закрепленной заготовки и выполнить экспериментальную проверку результатов расчета?
48. Как определить относительную погрешность, обусловленную упругими деформациями консольно закрепленного в трехкулачковом патроне нежесткого вала?
49. Как рассчитать и экспериментально проверить погрешность обработки детали, вызванную размерным износом режущего инструмента?
50. Как нормируют технологические операции механической обработки заготовок на станках с ЧПУ?

### **Самостоятельная работа**

**Целью самостоятельной работы** является формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа заключается в более глубоком изучении содержания дисциплины по

конспектам лекций, учебникам и дополнительной литературе при подготовке к проведению лабораторных и практических занятий, оформлении лабораторных работ, сдаче зачета по практическим занятиям и дисциплине в целом. Контроль за усвоением материала проводится на лекциях и практических занятиях по результатам ответов на вопросы, задаваемые преподавателем, а также по результатам проверки рейтинговых контрольных заданий.

### **Курсовое проектирование**

Курсовое проектирование выполняется, с целью практического освоения методологии разработки технологических процессов механической обработки на современных дорогостоящих многофункциональных станках с ЧПУ: обоснование выбора и переработка рабочих чертежей деталей для обработки на конкретном станке с ЧПУ, выбор системы ЧПУ станка, режущего инструмента, подготовка чистовых баз, разработка маршрутной и операционной технологии, расчет припусков на обработку, режимов резания, нормирование операций на станках с ЧПУ, разработка эквидистанты движения режущего инструмента, составление верификация управляющей программы, разработка технологических наладок на операции механической обработки деталей на станках с ЧПУ. Курсовой проект выполняется в соответствии с учебными пособиями, рекомендованными УМО Министерства образования и науки РФ.

### **Критерии оценки выполненного курсового проекта**

Выполненный курсовой проект подлежит защите в комиссии, состав которой назначается согласно распоряжению заведующего выпускающей кафедры.

Процедура защиты изложена в методических указаниях к курсовому проекту. Уровень защиты и оценка её результатам определяется по ряду критериев, основными из которых являются:

- актуальность темы курсового проекта для машиностроения;
- новизна и глубина теоретической и практической проработки принятых технологических и технических решений;
- применение современного оборудования с ЧПУ и прогрессивного режущего инструмента;
- качество доклада, аргументированные ответы на вопросы членов комиссии;
- качество выполнения и оформления пояснительной записки, графической части проекта и технологической и другой документации.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

*а) основная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Технология машиностроения: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В.У. Мнацаканян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ); под ред. В.А. Тимирязева. — Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013. — 523 с.: ил., табл. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 516-518. ISBN 978-5-9984-0306-4.
2. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518308.html>.
3. "Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. - М.: Машиностроение, 2012." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756192.html>.

*б) дополнительная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Морозов В.В. Программирование обработки деталей на обрабатывающих центрах: учебное пособие для вузов по направлениям: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. — 365 с.: ил., табл. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 364-365. ISBN 978-5-9984-0165-7.
2. Морозов В.В. Программирование обработки деталей на современных многофункциональных токарных станках с ЧПУ: учебное пособие для вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; "Автоматизированные технологии и производства" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. — 233 с.: ил., табл. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 231. ISBN 978-5-89368-979-2.
3. Морозов В.В. Программирование обработки деталей на современных фрезерных станках с ЧПУ: учебное пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010. — 245 с.: ил. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 245. ISBN 978-5-9984-0025-4.
4. Гусев В.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Программирование обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ" / В.Г. Гусев; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра технологии машиностроения. — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. — 223 с.: ил. — (Приоритетные национальные проекты, Образование) (Инновационная образовательная программа, Проект 2: индивидуальная траектория обучения и качество образования. Цель: ориентированное на требования рынка образовательных услуг улучшение качества подготовки и переподготовки специалистов). — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 222.
5. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А.Г. Суслов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 2007. — 429 с.: ил., табл. — (Для вузов). — Библиогр.: с. 424-425. — ISBN 978-5-217-03371-3.
6. Мычко, В.С. Технология обработки металла на станках с программным управлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.С. Мычко. — Минск: Выш. шк., 2010. — 446 с.: ил. — ISBN 978-985-06-1894-8. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=507199>.

*б) периодические издания (библиотечный фонд ВлГУ):*

1. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. — Москва: Машиностроение.
2. СТИН: научно-технический журнал. — Москва: ООО "СТИН".

*г) интернет-ресурсы:*

[www.Arinstein.com](http://www.Arinstein.com). Свободный доступ

<http://works.tarefer.ru/82/100144/index.html>

<http://dumor.ru/?p=1118>

<http://oskol-stroy.ru/public/vliynie-na-kachestvo-mashin/>

### **Учебно-методические издания**

1. Гусев В.Г. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Гусев В.Г. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Гусев В.Г. Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Гусев В.Г. Оценочные средства по дисциплине «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа Образовательная программа 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=56>

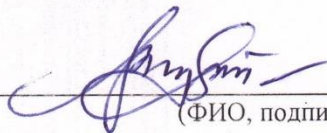
### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- многофункциональный токарный станок с ЧПУ фирмы ЭМСО модели TURN-155;
- многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ фирмы HAAS;
- обрабатывающий центр Qwazer фирмы HEIDENHAIN;
- мультимедийные средства;
- стенд для корректировки шлифовальных кругов;
- конструкции дискретных шлифовальных кругов с лазерной дискретизацией режущей поверхности.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_



В. Г. Гусев

(ФИО, подпись)

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Металл Групп», технический директор

Деев М.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 6 от 9.02.2015 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол № 6 от 9.02.2015 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

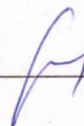
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9/11 от 21.04.2016 года

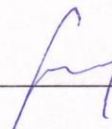
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

