

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КнАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
И.В. Макурин
12 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ОД.1 «Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки»

к ОПОП ВО направления 15.06.01 – Машиностроение
направленность


05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	3 ЗЕТ
Язык преподавания	русский

Рабочая программа дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»
обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № 10 от
« 03 » 12 2018 г.

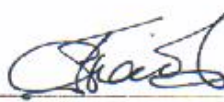
Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»

 Н.А. Саблин
« 04 » 12 2018 г.

Рабочая программа дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» обсуждена и одобрена на заседании совета ИКП МТО


Протокол № 3.1 от
« 11 » 12 2018 г.

Председатель совета ИКП МТО

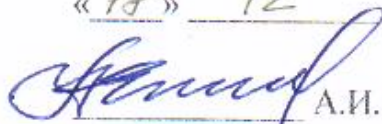
 Н.А. Саблин
« 17 » 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская
« 18 » 12 2018 г.

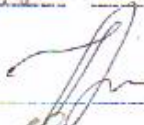
Проректор по науке и инновационной работе

 А.И. Евстигнеев
« 18 » 12 2018 г.

Начальник УМУ

 Е.Е. Поздеева
« 18 » 12 2018 г.

Начальник ОПА НПК

 Е.В. Чепухалина
« 18 » 12 2018 г.

Автор рабочей программы дисциплины
Доцент, канд. техн. наук

 Н.А. Саблин
« 03 » 12 2018 г.

Введение

Учебная дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» входит в блок 1 вариативной части учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов направления 15.06.01 «Машиностроение» очной формы обучения.

Структура рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 881 от 30.07.2014 г. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области технологий и оборудования механической и физико-технической обработки, а также знания, умения и владения необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной направленности подготовки.

Распределение нагрузки в часах для очной формы обучения при изучении дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» показано в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение нагрузки

Вид нагрузки	Очная форма, объем в часах
Лекции	4
Самостоятельная работа	68
Кандидатский экзамен	36
Общее количество часов	108

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины

Предметом изучения данной дисциплины является оборудование и специальные методы обработки, которые предназначены, в основном, либо для получения особых свойств обрабатываемых деталей, либо для обработки специальных конструкционных материалов, таких как: высокопрочных нержавеющих сталей; титановых сплавов; полимерных композиционных материалов и других труднообрабатываемых материалов и сплавов. Перспективные методы обработки отличаются от стандартных технологий тем, что предусматривают использование особых видов энергий, сред или конструкций.

Цель освоения дисциплины: теоретическая и научная подготовка аспиранта к систематизации теоретических знаний и практических умений и формировании у аспиранта навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки

Задачи дисциплины:

- сформировать у аспиранта фундаментальные знания в области наук, составляющих теоретическую основу специальности, умения прогнозировать развитие научных исследований, технологий и технологического оборудования, обладающих новизной и практической ценностью;

- обучить аспиранта методологии теоретического и экспериментального исследования, диагностирования, моделирования и оптимизации процессов механической и физико-технической обработки, технологического оборудования, режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки;

- обучить аспиранта методологии инженерно-технического творчества, сформировать у него навыки генерации инновационных идей и создания новых технологий и технологического оборудования;

- развить у аспиранта навыки проектирования, расчета и совершенствования технологического оборудования, режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки.

Аспирант должен знать:

- современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, техническую вооруженность машиностроительной отрасли;

- теоретические основы, методы моделирования и экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов;

- физико-химические явления, происходящие в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физические основы процесса резания; геометрические, кинематические, динамические, трибологические и другие особенности широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизм формирования качества обработанных поверхностей;

- методы анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием;

- теоретические основы исследований и испытаний технологических систем;

- методы диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий;

- методы оптимизация параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления;

- методологию проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки;

- теорию и методологию проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки;

- методы повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки;

- особенности применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теорию надежности; методы диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента;

- структурно-фазовые изменения в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность.

Аспирант должен уметь:

- моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин;

- оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления;

- разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов;

- прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах;

- разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки;

- проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования;

- выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента;

- решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки.

Аспирант должен владеть:

- знаниями о закономерностях и связях в технологических процессах формообразования деталей, а также в технических средствах реализации этих процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации;

- представлением о связях и закономерностях в данной области науки с целью создания новых и совершенствования существующих технологиче-

ских процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счёт качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надёжности, безопасности, экологичности.

Принципы построения дисциплины:

доступность – материал дисциплины излагается в доступной форме. Аспиранты обеспечены всем необходимым: учебной, учебно-методической, научной литературой, имеют доступ к материально-техническому обеспечению кафедры.

принцип научности - знания, полученные при изучении теоретического материала, позволяют аспиранту научно, обоснованно производить анализ целесообразности применения тех или иных средств при решении конкретных производственных задач;

преемственность – дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» является необходимой составной частью подготовки аспиранта. Знания, полученные аспирантом при изучении теоретических разделов курса, требуется для выполнения поисковых и научно-исследовательских работ при выполнении научно-квалификационной работы.

системности - предполагает, что учебный материал изучается в определенной последовательности и логике, которые дают системное представление об учебной дисциплине. Для этого темы учебной программы структурированы и систематизированы. От одной темы к другой сохраняется определенная преемственность.

1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

Дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» непосредственно связана с научными исследованиями в полугодиях.

Учебная дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» входит в состав вариативной части учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов. Она изучается в течение первого и второго полугодий второго года обучения. По результатам освоения дисциплины во втором полугодии второго года предусмотрена сдача кандидатского экзамена.

В результате изучения дисциплины аспирант должен обладать знаниями, умениями и владениями, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	<p>У1 (УК-1- II) Уметь: Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p> <p>В1 (УК-1- II) Владеть: Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
ОПК-1	<p>У1 (ОПК-1 – I) Уметь: Осуществлять поиск информации в наукометрических, информационных, патентных и иных базах</p> <p>В1 (ОПК-1 – I) Владеть: Навыками поиска информации в наукометрических, информационных, патентных и иных базах</p>
ОПК-2	<p>З1 (ОПК-2-II) Знать: глубокие, специализированные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач</p> <p>У1 (ОПК-2-II) Уметь: Применять на практике аналитические и численные методы решения нетиповых задач</p>
ПК-1	<p>З1 (ПК-1-I) Знать: современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, техническую вооруженность машиностроительной отрасли</p> <p>З3 (ПК-1-I) Знать: физико-химические явления, происходящие в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физические основы процесса резания; геометрические, кинематические, динамические, трибологические и другие особенности широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизм формирования качества обработанных поверхностей</p> <p>З4 (ПК-1-I) Знать: методы оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления</p> <p>З5 (ПК-1-I) Знать: структурно-фазовые изменения в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность</p> <p>У1 (ПК-1-I) Уметь: моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин</p> <p>У2 (ПК-1-I) Уметь: разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов</p> <p>У3 (ПК-1-I) Уметь: разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки</p> <p>З1 (ПК-1-II) Знать: особенности применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном</p>

	<p>производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теорию надежности;</p> <p>У1 (ПК-1-II) Уметь: оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления</p> <p>У2 (ПК-1-II) Уметь: прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах</p> <p>В1 (ПК-1-II) Владеть: навыками по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки</p> <p>З1 (ПК-1-III) Знать: методологию проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки</p> <p>З2 (ПК-1-III) Знать: теорию и методологию проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки</p> <p>З3 (ПК-1-III) Знать: методы повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки</p> <p>У1 (ПК-1-III) Уметь: проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования</p> <p>У2 (ПК-1-III) Уметь: решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки</p> <p>В1 (ПК-1-III) Владеть: навыками самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач</p>
ПК-2	<p>З1 (ПК-2-I) Знать: методы диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий</p> <p>З2 (ПК-2-I) Знать: теоретические основы исследований и испытаний технологических систем</p> <p>З3 (ПК-2-I) Знать: методы диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента</p> <p>У1 (ПК-2-I) Уметь: выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента</p> <p>В1 (ПК-2-II) Владеть: методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием</p>

1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины

Согласно учебному плану дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» изучается на втором году обучения. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименования показателей	Полугодия	Значения трудоемкости						
		Всего			В том числе:			
		зет	часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация (зачет) в часах
			всего	Часов в неделю	всего	Часов в неделю		
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	3,4	3	108	3,2	4	0,11	68	36
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	3	1	36	2,6	2	0,14	34	-
	4	2	36	1,8	2	0,1	34	36
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятий:								
- лекции	3	-	-	-	2	0,14	-	-
	4				2	0,1		
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):								
4.1 Зачет	3	-	-	-	-	-	-	-
4.2 Кандидатский экзамен	4	-	-	-	-	-	-	36

1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и навыки, необходимые для освоения дисциплины формируются при изучении общетехнических и специальных дисциплин в рамках освоения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются на вступительном экзамене в аспирантуру по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в Приложении А.

2 Структура и содержание дисциплины

Таблица 4 – Структура и содержание дисциплины

1	Наименования разделов	Трудоемкости разделов, академические часы	Основные результаты изучения разделов
			Компетенции (знания, умения, навыки)
2	3	4	5
1	Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении	6	УК-1 (В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, З1-П, З1-Ш, З2-Ш)
2	Обработка резанием	15	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, З3-И, З4-И, З5-И, У1-И, У2-И, З1-П, У1-П, У2-П, В1-П, З3-Ш, У2-Ш, В1-Ш), ПК-2 (З1-И, З2-И, З3-И, У1-И, В1-П)
3	Режущий инструмент	15	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З3-И, З4-И, З5-И, У1-И, У2-И, У3-И, З1-П, У1-П, У2-П, В1-П, З1-Ш, З3-Ш, У2-Ш, В1-Ш), ПК-2 (З1-И, З2-И, З3-И, У1-И, В1-П)
Итого в 1-ом полугодии второго года обучения:		36	
4	Интенсификация процессов механической обработки	9	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, З3-И, З4-И, З5-И, У1-И, У2-И, У3-И, З1-П, У1-П, У2-П, В1-П, З1-Ш, З3-Ш, У2-Ш), ПК-2 (З3-И, У1-И, В1-П)
5	Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов	9	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, У1-И, У3-И, У2-П, З1-Ш, З2-Ш, З3-Ш, У1-Ш, У2-Ш, В1-Ш), ПК-2 (З1-И, З2-И, З3-И, У1-И, В1-П)
6	Физико-технические методы обработки	12	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, З3-И, З4-И, З5-И, У1-И, У2-И, З1-П, У1-П, У2-П, В1-П, З3-Ш, У2-Ш, В1-Ш), ПК-2 (З1-И, З2-И, З3-И, У1-И, В1-П)
7	Особенности станков для физико-технических методов обработки	6	УК-1 (У1-П, В1-П), ОПК-1 (У1-И, В1-И), ОПК-2 (З1-П, У1-П), ПК-1 (З1-И, У1-И, У3-И, У2-П, З1-Ш, З2-Ш, З3-Ш, У1-Ш, У2-Ш, В1-Ш), ПК-2 (З1-И, З2-И, З3-И, У1-И, В1-П)
Итого во 2-м полугодии второго года обучения:		36	–
Трудоемкость промежуточной аттестации		36	–
В целом по дисциплине		108	–

Содержание разделов.

Раздел 1. Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении

Содержание специальности, проблемы стоящие перед технологией и оборудованием современного машиностроения. Основные задачи, решаемые механическими, и физико-техническими методами, их удельный вес в общей трудоемкости изделий в машиностроении и направления развития. Обработка материалов резанием и физико-техническими методами - один из основных элементов технологии современного машиностроения. Фондообразующая роль станкостроения в машиностроительной отрасли. Значение станков для производства машин. Основные направления развития и важнейшие достижения станкостроения и инструментальной промышленности по показателям технического уровня. Современные тенденции и пути обеспечения конкурентоспособности станочного оборудования и инструментов. Международная динамика рынка станков и инструментов. Мировая структура развития станкостроения.

Раздел 2. Обработка резанием

Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.

Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.

Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании.

Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки. Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОТС.

Инструментальные материалы, их виды и области применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.

Понятие о стойкости инструмента; типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости.

Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента.

Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели.

Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС.

Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания.

Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.

Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента. Основные нерешенные вопросы в области теории резания.

Основные методы (схемы) обработки. Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки.

Расчеты сил резания. Их методика.

Раздел 3. Режущий инструмент.

Роль и значение режущих инструментов в металлообработке. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента.

Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки. Методы крепления и базирования. Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке.

Стандартизация и сертификация режущих инструментов.

Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента.

САПР режущего инструмента. Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях. Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств. Перспективы развития конструкции режущих инструментов.

Раздел 4 Интенсификация процессов механической обработки

Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки - ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование; нанотехнологические методы обработки. Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений. Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПЛ), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки. Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

Раздел 5 Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.

Особенности конструкций станков основных групп.

Образование поверхностей на обрабатываемых деталях. Классификация движений в станках.

Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.

Раздел 6 Физико-технические методы обработки

Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов и том числе механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях. Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия. Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности известных физических, химических и других явлений. Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенным физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

Технологическая подготовка проектирования станков. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей. Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки. Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей. Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость. Надежность станков.

Раздел 7 Особенности станков для физико-технических методов обработки

Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков. Принципы и схемы адаптивно-программного управления процессом обработки. Оптимальное регулирование режимов обработки. Электроэрозионные станки, их разновидности, физические схемы и технологические возможности. Прецизионные методы изготовления деталей. Типовые узлы станков для электроэрозионной обработки, генераторы импульсов энергии, виды электродов, системы автоматического регулирования. Взаимосвязь элементарных единичных и реальных массовых процессов электроэрозионной обработки. Физические модели реального процесса при массовом воздействии разрядов. Рабочие жидкости, влияние их свойств на выходные показатели процесса. Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и вырезных станков. Средства и устройства автоматизации. Станки-модули. Устройства, сообщающие орбитальные движения электроду-инструменту. Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатывающей системы, в том числе магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки. Станки для отделочных методов электрофизической обработки, электрополирование, методы достижения точности и качества поверхностного слоя деталей. Станки для обработки электрохимическими методами. Основные виды электрохимической обработки: непрерывная, импульсная, циклическая. Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов. Установки для электрохимической обработки типовых деталей. Средства интенсификации процесса обработки. Автоматизация электрохимического оборудования. Станки для лучевых методов обработки: электронно-лучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения. Основные положения экономики; физические схемы, применение в изделиях приборостроения. Станки для обработки комбинированными методами, их классификация. Станки для обработки электроконтактными и анодно-механическими методами; физические схемы, технологические установки, области применения. Установка станков на фундамент. Испытание станков на холостом ходу и при резании. Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС. Техническое обслуживание и ремонт. Проблемы модернизации станков.

3 Календарный график изучения дисциплины

3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов очной формы обучения предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом и втором полугодии второго года обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне.

График лекционных занятий представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование
	Лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знаний, умений и навыков компетенций
1	2	3	4
Первое полугодие второго года обучения			
Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении	2	Дискуссия 2	ОПК-2 (31-II), ПК-1 (31-I, 31-II, 31-III, 32-III)
Итого в 1-м полугодии второго года обучения	2	2	–
Второе полугодие второго года обучения			
Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов	2	Лекция-беседа 2	ОПК-2 (31-II), ПК-1 (31-I, 31-III, 32-III, 33-III), ПК-2 (31-I, 32-I, 33-I)
Итого во 2-м полугодии второго года обучения	2	2	–
Итого в целом по дисциплине	4	4	–

3.2 Характеристика трудоемкости, структуры, содержания самостоятельной работы аспирантов и график ее выполнения

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления аспирантов с определенными разделами дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам и подготовки к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине.

Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»:

- самостоятельное изучение разделов дисциплины;

– выполнение индивидуального задания (перечень индивидуальных заданий представлен в приложении В).

Темы для самостоятельного изучения:

1. Обработка резанием
2. Режущий инструмент
3. Интенсификация процессов механической обработки
4. Физико-технические методы обработки
5. Особенности станков для физико-технических методов обработки

Содержание тем для самостоятельного изучения представлено в разделе 2.

В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед аспирантом ставится задача поиска необходимого материала, изучение основных и ключевых понятий изучаемого предмета.

Программа самостоятельной работы аспирантов очной формы обучения представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Программа самостоятельной работы для очной (срок обучения 4 года) формы обучения

	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	В неделю	Планируемые основные результаты самостоятельной работы
			очно	Знаний, умений, владения компетенций выпускников
Первое полугодие второго года обучения				
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	15	1,1	ОПК-2 (31-II), ПК-1 (31-I, 33-I, 34-I, 35-I, 31-II), ПК-2 (31-I, 32-I, 33-I)
2	Выполнение индивидуального задания и его защита	19	1,36	УК-1 (У1-II, В1-II), ОПК-1 (У1-I, В1-I), ОПК-2 (У1-II), ПК-1 (У1-I, У2-I, У1-II, У2-II, В1-II, У2-III, В1-III), ПК-2 (У1-I, В1-II)
	Итого за полугодие	34	2,46	–
Второе полугодие второго года обучения				
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	34	1,7	ОПК-2 (31-II), ПК-1 (33-I, 34-I, 35-I, 31-II, 31-III, 32-III, 33-III), ПК-2 (31-I, 32-I, 33-I)
	Итого за полугодие	34	1,7	–
	Итого дисциплине	68	2,00	–

График самостоятельной работы аспирантов для очной (4 года) формы обучения представлен в таблице 7.

Таблица 7 – График выполнения самостоятельной работы аспирантов очной (4 года) формы обучения
Первое полугодие второго года обучения (14 недель)

Виды работ	Количество академических часов в неделю														Итого					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	15
Выполнение индивидуального задания	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	19
Итого	2,36	2,36	2,36	2,36	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,42	34

Второе полугодие второго года обучения (20 недель)

Виды работ	Число академических часов в неделю																				Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	34	
Итого	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	34

4 Технология и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в трех формах: текущая аттестация, промежуточная аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений) аспирантов

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

4.2 Технологии и методическое обеспечение промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов. Фонд оценочных средств

Промежуточная аттестация аспирантов осуществляется в форме зачета (первое полугодие второго года обучения) и кандидатского экзамена (второе полугодие второго года обучения).

Зачет выставляется по результатам выполнения и защиты индивидуального задания, выполнения теста.

Кандидатский экзамен проходит в форме письменного ответа на вопросы:

- два вопроса основной программы;
- один вопрос дополнительной программы.

На итоговую оценку за кандидатский экзамен влияют оценка за тест, выполненный во втором полугодии.

В таблице 8 представлен фонд оценочных средств дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Список вопросов к кандидатскому экзамену по дисциплине «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» представлен в приложение Б.

Таблица 8 – Фонд оценочных средств

Оценочное средство	Знание, умение, владение	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
Первое полугодие второго года обучения				
Тест	31 (ОПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

		5	Сформированные и систематические знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

			формирования качества обработанных поверхностей	
34 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		91-100 % правильных ответов на вопросы теста
35 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность		71-90 % правильных ответов на вопросы теста

		5	Сформированные и систематические знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-1-II)		1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-2-I)		1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов диагностирования оборудования с	61-70 % правильных ответов на во-

			использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий машиностроительной отрасли	просы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	32 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

		5	Сформированные и систематические знания особенностей методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Индивидуальное задание	У1 (УК-1- II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Задание выполнено на 80 %
		5	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (УК-1- II)	1	Не владеет навыками	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Задание выполнено в полном объеме
	У1	1	Не умеет	Задание не выполнено

	(ОПК-1 – I)	2	Фрагментарные умения поиска информации в современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Неполные умения в формулировке критериев поиска информации в современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения поиска информации в современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	Задание выполнено на 80 %
		5	Сформированные и систематические умения поиска информации в современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	Задание выполнено в полном объеме
	B1 (ОПК-1 – I)	1	Не владеет	Задание не выполнено
		2	Не способен найти информацию в наукометрических, информационных, патентных и иных базах	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Способен выбрать технологии поиска информации в наукометрических, информационных, патентных и иных базах	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Владеет, технологиями поиска информации в патентных и иных базах	Задание выполнено на 80 %
		5	Способен найти информацию в наукометрических, информационных, патентных и иных базах	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-2-II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение аналитических и численных методов решения нетиповых задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение аналитических и численных методов решения нетиповых задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение аналитических и численных методов решения нетиповых задач	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение аналитических и численных методов решения нетиповых задач	Задание выполнено в полном объеме
	У1	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено

	(ПК-1-1)	2	Частично освоенное умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено в полном объеме
		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
	У2 (ПК-1-1)	2	Частично освоенное умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании по-	Задание выполнено на 80 %

			верхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено в полном объеме
	У3 (ПК-1-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-1-II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и эко-	Задание выполнено менее, чем на 50%

			номичности обработки, а также снижения энергопотребления	
		3	В целом успешное, но не систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено в полном объеме
	У2 (ПК-1-II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-1-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков по разработке техниче-	Задание выполнено менее, чем на

			ских условий при использовании специальных методов обработки	50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено в полном объеме

	У2 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-2-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инстру-	Задание выполнено не более чем на 80 %

			мента	
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено в полном объеме

Зачет выставляется при получении оценки не ниже 3. Оценка за первое полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$.

Второе полугодие второго года обучения

Тест	31 (ОПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста

		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ про-	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

			цесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	
34 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления		91-100 % правильных ответов на вопросы теста
35 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего ин-		71-90 % правильных ответов на вопросы теста

			струмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	
		5	Сформированные и систематические знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-1-II)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструмен-	51-60 % правильных ответов на вопросы теста

			тальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	
		3	Неполные знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	32 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

			систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки	
33 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки		71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные и систематические знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки		91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий машиностроительной отрасли		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностирования оборудования с использованием со-		71-90 % правильных ответов на вопросы теста

			временных приборов оборудования и компьютерных технологий	
		5	Сформированные и систематические знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	32 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания особенностей методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

Вопросы к кандидатскому экзамену	31 (ОПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез нетиповых задач	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	33 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов;	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть

			механизмов формирования качества обработанных поверхностей	
		5	Сформированные и систематические знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	34 (ПК-1-И)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	35 (ПК-1-И)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по

			режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	31 (ПК-1-II)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов,	Дан исчерпывающий ответ на вопрос

			оборудования и инструментов; теории надежности;	
31 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний		Нет ответа на поставленный вопрос
	2	Фрагментарные знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки		Нет ответа на поставленный вопрос
	3	Неполные знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки		Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки		Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
	5	Сформированные и систематические знания методологии проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки		Дан исчерпывающий ответ на вопрос
32 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний		Нет ответа на поставленный вопрос
	2	Фрагментарные знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки		Нет ответа на поставленный вопрос
	3	Неполные знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки		Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования		Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть

			для физико-технической обработки	
		5	Сформированные и систематические знания теории и методологии проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	33 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания методов повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	31 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий машиностроительной отрасли	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса

		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	32 (ПК-2-1)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	33 (ПК-2-1)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
4		Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть	
5		Сформированные и систематические знания особенностей методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и ре-	Дан исчерпывающий ответ на вопрос	

			жущего инструмента	
<p>Оценка кандидатского экзамена – $(0,33 \cdot \text{оценка за первый вопрос основной программы} + 0,33 \cdot \text{оценка за второй вопрос основной программы} + 0,33 \cdot \text{оценка за вопрос дополнительной программы}) \cdot 1$ (если среднеарифметическая оценок средств второго полугодия не менее 3), $\cdot 0$ (если среднеарифметическая оценок средств второго полугодия менее 3). Дробное значение округляется по правилам математики.</p>				

4.3 Технология, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины

Отложенный контроль знаний аспирантов по дисциплине «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представлении научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

5 Ресурсное обеспечение дисциплины

5.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Борисенко, Г.А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием [электронный ресурс] : Учеб. Пособие / Борисенко Г.А., Иванов Г.Н., Сейфулин Р.Р. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 142 с.
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=228232>

2. 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.
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=507199>

3. Резание материалов: Учебное пособие / Е.А. Кудряшов, Н.Я. Смольников, Е.И. Яцун. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-98281-390-9
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=450188>

4. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 256 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005287-8 <http://www.znanium.com/bookread.php?book=424209>

5. САПР технолога машиностроителя: Учебник/Э.М. Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-00091-043-6
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=501435>

6. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Магистратура). (п) ISBN 978-5-16-009430-4 <http://www.znanium.com/bookread.php?book=441209>

7. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов: Учеб. пос. / Р.Г. Тазетдинов - 2 изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. - (Высшее образование). (о) ISBN 978-5-16-008967-6 <http://www.znanium.com/bookread.php?book=416469>

8. Проектирование металлорежущего инструмента: Учебник для вузов / Е. Н. Трембач, Г. А. Мелетьев, А. Г. Схиртладзе и др. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012; 2010. - 387с.
9. Железнов, Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов: учебник для вузов / Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. - 455 с.
10. Григорьев, С.Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах: учебник для вузов / С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. - 411 с.
11. Барботько, А.И. Геометрия резания материалов: учебное пособие для вузов / А. И. Барботько. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. - 319 с.
12. Процессы и операции формообразования: учебник для вузов / В. А. Гречишников, А. Г. Схиртладзе, Н. А. Чемборисов, Д. Н. Ларионов; под ред. Н.М.Чемборисова. - М.: Академия, 2012. - 319с.
13. Швецов И. В. Математическое моделирование физико-химических процессов в зоне резания при механической обработке [Электронный ресурс] / Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (НовГУ); И. В. Швецов - Великий Новгород, 2004. - 65 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
14. Мычко, В.С. Технология обработки металла на станках с программным управлением [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Мычко. – Минск: Выш. шк., 2010. – 446 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
15. Вереина, Л. И. Металлообработка: справочник: Учебное пособие / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; Под ред. Л.И. Вереиной. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 320 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
16. Тазетдинов, Р. Г. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов: Учеб. пос. / Р.Г.Тазетдинов - 2 изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
17. Вереина, Л. И. Абразивная обработка: справочник: Справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; Под ред. Л.И. Вереиной - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 304 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
18. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: Учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>
19. Клименков, С. С. Обработывающий инструмент в машиностроении: Учебник / С.С. Клименков. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 459 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>

5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Металлообработка: справочник: Учебное пособие / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; Под ред. Л.И. Вереиной. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 320 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-004952-6 <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=363388>
2. Барботько, А.И. Резание материалов: Учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, А. В. Масленников. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2009. - 432с.
3. Латышев, В.Н. Трибология резания. Книга 1 : Фрикционные процессы при резании металлов / В. Н. Латышев. - Иваново: Изд-во Ивановского гос.ун-та, 2009. - 107с.
4. Сариллов, М.Ю. Тепловые процессы в технологических системах: Учебное пособие для вузов / М. Ю. Сариллов. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2009. - 71с.
5. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: Учебное пособие для вузов / Ю. А. Бондаренко, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе, М. А. Федоренко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2009. - 291с.
6. Обработка материалов резанием: Учебное пособие для вузов / А. А. Рыжкин, К. Г. Шучев, М. М. Климов. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. - 411с.
7. Черепяхин, А.А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: Учебное пособие для вузов / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. - М.: Академия, 2008. - 288с.
8. Васин, С.А. Резание материалов. Термодинамический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебник для вузов / С. А. Васин, А. С. Верещака, В. С. Кушнер. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. - 448с.
9. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для вузов / С. Н. Григорьев. - М.: Машиностроение, 2011. - 368 с.
10. Старков, В.К. Физика и оптимизация резания материалов / В. К. Старков. - М.: Машиностроение, 2009. - 639с.

Периодические издания

1. Журнал «Науковедение».
2. Журнал «Металлообработка и станкостроение».
3. Журнал «Вестник машиностроения».
4. Журнал «СТИН».
5. Журнал «Технология машиностроения».
6. Журнал «Известия вузов. Машиностроение».
7. Журнал «Прикладная механика».
8. Журнал «Известия вузов. Машиностроение».
9. Журнал «Вестник МГТУ «Станкин».
10. Журнал «Автоматизация и управление в машиностроении».
11. Журнал «Станочный парк».

5.3. Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» аспиранты используют следующие программные продукты:

Для оформления:

1. Программные пакеты «Microsoft Office Excel», «Microsoft Office Word», «Microsoft Office Power Point».
- 2 Программный пакет «INTERNETEXPLORER»
- 3 Архиватор «WinRAR», либо «WinZIP»

Учебные лаборатории университета оснащены компьютерами с обучающими программами, мультимедийным сопровождением и выходом в Интернет. На компьютерах установлено специализированное программное обеспечение:

1. Графические конструкторские пакеты для двух- и трехмерного проектирования: AutoCAD, T-FlexCAD, NX, КОМПАС.
2. Специализированные программные средства для моделирования и расчета конструкций: ANSYS, SpinDyna, Spinch.
3. Программные комплексы математических библиотек для многофункционального моделирования, расчетов, анализа и синтеза технических и иных объектов и систем: Matlab, MathCad.

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (электронно-библиотечные системы); перечень профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий); перечень информационно-справочных систем

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>.
- 2 Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals <https://link.springer.com>.
- 3 Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>).
- 4 База данных международных индексов научного цитирования Scopus.
- 5 Информационно-справочная система «Консультант плюс».
- 6 Информационно-справочная система «Техэксперт».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Вопросы к вступительному испытанию в аспирантуру по направлению
15.06.01 Машиностроение направленности подготовки 05.02.07 Технология и
оборудование механической и физико-технической обработки

1. Резание материалов

1. Кинематика резания. Геометрия режущей части инструмента. Режимы резания.

2. Деформация и напряжения при резании. Сопротивление, сила, работа и мощность резания. Контактные процессы.

3. Тепловые процессы при резании. Температура резания и методы ее определения.

4. Виды разрушения инструмента: хрупкое, пластическая деформация, изнашивание.

5. Шероховатость обработанной поверхности. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое.

6. Требования к инструментальным материалам. Области применения инструментальных материалов.

7. Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании.

8. Процесс шлифования. Характеристика абразивного инструмента и назначение режимов шлифования.

2. Режущий инструмент

1. Режущий инструмент как основное звено в процессах формообразования деталей резанием. Типы режущих инструментов и их выбор в зависимости от параметров технологического процесса.

2. Инструментальные материалы, их физико-механические свойства и выбор в зависимости от вида инструмента и заданного технологического процесса.

3. Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов: резцы токарные цельные, составные и сборные; резцы фасонные и методы их профилирования; резцы строгальные; инструменты для обработки отверстий - сверла, зенкеры, развертки, комбинированные инструменты, инструменты для расточки отверстий; фрезы общего и специального назначения, понятие о неравномерности фрезерования; фрезы затылованные; фрезы остrokонечные - цилиндрические, торцевые, концевые, дисковые; фрезы сборной конструкции; резьбообразующий инструмент - резцы, плашки, метчики.

4. Инструменты для автоматизированного производства.

5. Инструменты для обработки зубчатых колес.

3. Металлорежущие станки

1. Техничко-экономические показатели и критерии работоспособности;

2. Формообразование поверхности на станках; кинематическая структура станков; компоновка станков.

3. Основные узлы и механизмы станочных систем; понятие об управлении станками.

4. Средства для контроля, диагностики и адаптивного управления станочным оборудованием.

5. Станки токарной группы.

6. Фрезерные и многоцелевые станки для обработки корпусных деталей.

7. Сверлильные и расточные станки;

8. Протяжные станки.

9. Станки с электрофизическими и электрохимическими методами обработки.

10. Станки для абразивной обработки.

11. Зубообрабатывающие станки для обработки цилиндрических и конических колес; затыловочные, заточные станки.

12. Автоматические линии; гибкие производственные системы.

13. Испытания, исследования и эксплуатация оборудования.

4. Технология машиностроения

1. Технологические методы изготовления машины, обеспечивающей достижение ее качества, требуемую производительность и экономическую эффективность. Управление точностью изготовления изделий.

2. Разработка технологического процесса изготовления деталей.

3. Оценка технологичности конструкции изделия.

4. Технология сборки типовых сборочных единиц и их контроль. Особенности монтажа подшипниковых узлов, валов, зубчатых и червячных передач.

5. Технология изготовления корпусных деталей, станин, валов, шпинделей, ходовых винтов, деталей зубчатых и червячных колес, червяков, фланцев, втулок, коленчатых валов, рычагов, вилок и их контроль.

6. Общие подходы к автоматизации технологических процессов изготовления деталей.

7. Закономерности и связи, проявляющиеся в процессе проектирования и создания машины.

8. Методы, средства и приборы обработки результатов исследований.

9. Организация и планирование научных исследований.

Ресурсное обеспечение для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру

1. Борисенко, Г.А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием [электронный ресурс] : Учеб. Пособие / Борисенко Г.А., Иванов Г.Н., Сейфулин Р.Р. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 142 с. <http://www.znanium.com/bookread.php?book=228232>

2. Резание материалов: Учебное пособие / Е.А. Кудряшов, Н.Я. Смольников, Е.И. Яцун. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-98281-390-9 <http://www.znanium.com/bookread.php?book=450188>

3. Железнов, Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов: учебник для вузов / Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. - 455 с.

4. Иванов И.С. Технология машиностроения: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2016. — 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=673022>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Список вопросов к кандидатскому экзамену

Б.1 Обработка резанием

Задачи теории резания металлов.

Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.

Основные понятия процесса резания, его физические основы.

Механика процесса резания.

Схемы стружкообразования

Трение при резании.

Наростообразование.

Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.

Энергетический баланс обработки.

Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании.

Средства снижения теплообразования при резании.

Колебания при резании, их виды и принципы возникновения.

Использование наложения вибраций на процесс обработки. Технологические среды и их действие.

Обработка с ограниченным использованием СОТС.

Инструментальные материалы, их виды и области применения.

Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.

Понятие о стойкости инструмента.

Типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке

Зависимость износа инструмента от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания

Понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости.

Критерии затупления инструмента

Назначение критериев затупления в зависимости от вида операции и типа инструмента

Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента.

Физические основы изнашивания инструмента

Понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания.

Общий механизм износа инструмента

Интенсивность износа, его модели.

Оптимизация режима резания, ее методы и критерии.

Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС.

Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания.

Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя.

Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.

Основные методы (схемы) обработки.

Сверхскоростное резание

Комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки.

Расчеты сил резания. Их методика.

Б.2 Режущий инструмент

Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.

Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов.

Способы проектирования.

Функционально-структурная модель режущего инструмента.

Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания.

Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки.

Методы крепления и базирования.

Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов.

Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке.

Стандартизация и сертификация режущих инструментов.

Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента.

САПР режущего инструмента.

Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях.

Настройка инструмента на размер на станке и вне станка.

Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента.

Входной контроль инструментов.

Инструментальное обеспечение различных производств.

Перспективы развития конструкции режущих инструментов.

Б.3 Интенсификация процессов механической обработки

Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания

Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения

Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки - ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование.

Нанотехнологические методы обработки.

Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений

Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПЛ), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки

Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

Б.4 Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.

Особенности конструкций станков основных групп.

Образование поверхностей на обрабатываемых деталях.

Классификация движений в станках.

Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями.

Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.

Б.5 Физико-технические методы обработки

Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов и том числе механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях.

Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия.

Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности известных физических, химических и других явлений.

Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенным физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

Технологическая подготовка проектирования станков.

Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей.

Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки.

Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость.

Надежность станков.

Б.6 Особенности станков для физико-технических методов обработки

Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков.

Принципы и схемы адаптивно-программного управления процессом обработки.

Оптимальное регулирование режимов обработки.

Электроэрозионные станки, их разновидности, физические схемы и технологические возможности.

Прецизионные методы изготовления деталей.

Типовые узлы станков для электроэрозионной обработки, генераторы импульсов энергии, виды электродов, системы автоматического регулирования.

Взаимосвязь элементарных единичных и реальных массовых процессов электроэрозионной обработки.

Физические модели реального процесса при массовом воздействии разрядов.

Рабочие жидкости, влияние их свойств на выходные показатели процесса.

Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и вырезных станков.

Средства и устройства автоматизации.

Станки-модули.

Устройства, сообщающие орбитальные движения электроду-инструменту.

Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатывающей системы, в том числе магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи.

Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.

Станки для отделочных методов электрофизической обработки, электрополирование, методы достижения точности и качества поверхностного слоя деталей.

Станки для обработки электрохимическими методами.

Основные виды электрохимической обработки: непрерывная, импульсная, циклическая.

Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов.

Установки для электрохимической обработки типовых деталей.

Средства интенсификации процесса обработки.

Автоматизация электрохимического оборудования.

Станки для лучевых методов обработки: электронно-лучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения.

Основные положения экономики; физические схемы, применение в изделиях приборостроения.

Станки для обработки комбинированными методами, их классификация.

Станки для обработки электроконтактными и анодно-механическими методами; физические схемы, технологические установки, области применения.

Установка станков на фундамент.

Испытание станков на холостом ходу и при резании.

Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента.

Особенности эксплуатации станочных автоматических линий.

Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС.

Техническое обслуживание и ремонт.

Проблемы модернизации станков.

Список литературы для подготовки к кандидатскому экзамену указан в разделе 5 рабочей программы

ПРИЛОЖЕНИЕ В **(рекомендуемое)**

Перечень индивидуальных заданий

1. Исследование процесса резания и контроль точностных параметров деталей с использованием автоматизированных средств на базе современных компьютеров
2. Измерение твердости и микротвердости поверхностного слоя деталей
3. Измерение шероховатости поверхности
4. Измерение отклонений формы цилиндрических поверхностей деталей с помощью кругломера
5. Изучение геометрии резцов
6. Изучение геометрии инструментов для формообразования отверстий
7. Изучение геометрии метчиков
8. Изучение характеристик абразивных инструментов
9. Изучение влияния режимов резания на силы резания
10. Изучение влияния режимов резания на температуру в зоне взаимодействия инструмента с обрабатываемой деталью
11. Исследование влияния геометрии режущего инструмента и режимов резания на образование нароста
12. Исследование влияния физико-механических свойств материала и режимов резания на шероховатость обрабатываемой поверхности
13. Изучение влияния режимов резания на качество поверхностного слоя

Методические указания

Цель работы: получение знаний, умений и владений по исследованию влияния технологических параметров процесса обработки и/или конструктивных особенностей инструмента на выходные параметры процесса обработки (силы резания, качество поверхности и т.п.).

Работу следует выполнить на листах формата А4, оформление должно соответствовать РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

Номер задания выдается преподавателем на лекции.

Содержание индивидуального задания:

1. Изучение современного состояния вопроса (для тем 2-4 обзор современных методов и средств контроля заданного параметра, с описанием достоинств и недостатков каждого из них; для тем 1, 9-13 – провести литературный обзор научных исследований с глубиной до 15 лет, рассмотреть данную тему с позиции классической теории резания; для тем 5-8 – описать виды и геометрию режущего инструмента)

2. Анализ

- Для тем 1, 9-13 привести экспериментальные зависимости влияния входных параметров резания на заданные выходные параметры. Провести их анализ;

- для тем 5-8 рассмотреть влияние геометрии инструмента на качество обработанной поверхности (шероховатость, микротвердость и т.п.);

- для тем 2-4 описать область применения современных средств контроля заданного параметра

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)
Перечень тестовых вопросов

Первое полугодие второго года обучения

1. Методы обработки, применяемые в настоящее время для обеспечения требуемого качества поверхностей заготовки, разделяют на (выберите несколько вариантов ответов):

- А) аддитивные методы;
- Б) методы, основанные на обработке резанием;
- В) физико-технические методы;
- Г) формативные методы.

2. Процесс резания рассматривается как динамическая система, состоящая из элементов (выберите несколько вариантов ответов):

- А) цель;
- Б) входы;
- В) процесс;
- Г) выходы;
- Д) ограничения.

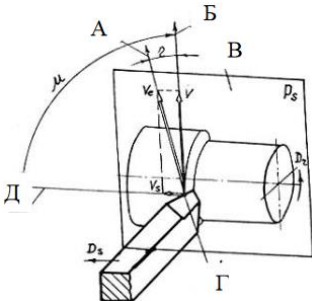
3. Для управления процессом резания используют:

- А) технологические параметры;
- Б) физические параметры;
- В) оптимизацию процесса.

4. К материалам, которые используются для изготовления режущих инструментов для обработки металлов, предъявляются следующие требования:

- А) Высокие технологические свойства;
- Б) Высокие механические свойства;
- В) Высокие физические свойства;
- Г) Высокие физико-химические свойства.

5. Установите соответствие названий элементов движения, указанным в левой части таблицы, их обозначениям на рисунке, указанным в правой части таблицы:

Название элементов движения	Обозначение элементов движения
1. Рабочая плоскость 2. Направление скорости подачи v_s 3. Направление скорости главного движения v 4. Направление скорости v_e 5. Рассматриваемая точка режущей кромки	

6. Вставьте пропущенное слово «..... стружка получается при обработке вязких материалов, при малых толщинах, больших передних углах и скоростях резания».

7. Вставьте пропущенное слово «Стружка получается при обработке материала средней твердости и твердого при больших толщинах, малых передних углах и скоростях резания».

8. На образование нароста при обработке металлов и сплавов существенное влияние оказывает:

- А) Твёрдость;
- Б) Хрупкость;
- В) Вязкость;
- Г) Пластичность.

9. Вставьте пропущенное слово «..... износ происходит при высокой температуре и значительном давлении, когда проявляются силы молекулярного сцепления (в виде сваривания) между материалом заготовки (стружки) и инструментом, приводящие к уносу мельчайших частиц инструментального материала стружкой и обрабатываемой заготовкой».

10. Увеличение заднего угла α ...

- А) Снижает прочность лезвия;
- Б) Повышает прочность лезвия;
- В) Повышается качество обрабатываемой поверхности;
- Г) Снижается качество обрабатываемой поверхности.

11. Увеличение переднего угла γ приводит к (выберите несколько вариантов ответов)

- А) Улучшению условий схода стружки;
- Б) Повышению качества обрабатываемой поверхности;
- В) Снижению прочности режущего лезвия;
- Г) Увеличению износа;
- Д) Уменьшению шероховатости поверхности.

12. Уменьшение, какого угла влечет за собой уменьшение шероховатости обрабатываемой поверхности, увеличение прочности вершины лезвия и снижение износа резца?

- А) Вспомогательного угла в плане ϕ_1 ;
- Б) Главного угла в плане ϕ ;
- В) Переднего угла γ ;
- Г) Заднего угла α .

13. Установите соответствие обрабатываемого материала и вида стружки

вид стружки	Обрабатываемый материал
1) Надлома	А) Хрупкие и твердые металлы (чугун, бронза)
2) Элементная	Б) Вязкие металлы, высокая скорость резания
3) Ступенчатая	В) Сталь средней твердости, средняя скорость резания
4) Сливная	Г) Твердый маловязкий металл, малая скорость резания

14. С увеличением вязкости обрабатываемого материала связь между элементами стружки

- А) Увеличивается;
- Б) Уменьшается;
- В) Не изменяется.

15. Физико-механические свойства обрабатываемого материала

- А) Оказывают значительное влияние на силы, возникающие в процессе резания;
- Б) Оказывают слабое влияние на силы, возникающие в процессе резания;
- В) Не оказывают влияние на силы, возникающие в процессе резания.

16. Наростообразование зависит от (выберите несколько вариантов ответов)

- А) Физико-механических свойств обрабатываемого материала;
- Б) Режима резания;
- В) Геометрических параметров режущего инструмента;
- Г) Физико-механических свойств инструментального материала.

17. Верно ли утверждение «Нарост обычно образуется при обработке вязких металлов»?

- А) Да
- Б) нет

18. Укажите положительные стороны теплообразования (выберите несколько вариантов ответов).

- А) Интенсивное теплоотведение облегчает деформирование материала срезаемого слоя;
- Б) Способствует образованию пограничного слоя на контактных поверхностях стружки и заготовки;
- В) Тепловое воздействие на режущее лезвие режущего инструмента приводит к изменению структуры и физико-механических свойств инструментального материала.

19. Источниками теплоты при резании являются (выберите несколько вариантов ответов):

- А) Деформирование в зоне стружкообразования;
- Б) Трение стружки о переднюю поверхность режущего инструмента;
- В) Упругие деформации и диспергирование.

20. Наименьшее влияние на температуру в зоне резания оказывает

- А) Глубина резания;
- Б) Скорость резания;
- В) Подача.

21. Укажите соответствие вида изнашивания режущего инструмента и причин его возникновения

вид изнашивания	Причины возникновения
1) абразивное	А) царапание и истирание отдельных участков поверхностей режущего инструмента твердыми включениями, находящимися в обрабатываемом материале
2) адгезионное	Б) растворение инструментального материала в обрабатываемом материале
3) диффузионное	В) действие сил молекулярного сцепления
4) окислительное	Г) коррозия металлов в условиях активного охлаждения зоны резания и газонасыщения

22. Какие требования предъявляются к СОТС? (выберите несколько вариантов ответов)

- А) Не вызывать коррозию обрабатываемого материала и оборудования;
- Б) Не оказывать вредного физиологического влияния на рабочего;
- В) Быть устойчивым при эксплуатации и хранении;
- Г) Не воспламеняться при температурах, сопровождающих процесс резания.

23. Укажите основные способы повышения устойчивости процесса резания, устраняющие или уменьшающие вибрации (выберите несколько вариантов ответов):

- А) Правильный выбор параметров технологической системы резания;
- Б) Рациональная схема обработки, обеспечивающая максимальное использование динамических свойств системы;
- В) Правильный выбор геометрических элементов режущей части инструмента и режимов резания;
- Г) Улучшение динамических свойств технологической системы за счет применения специальных вибросистем.

24. Как влияет скорость резания на стойкость режущего инструмента

- А) Повышение скорости резания снижает стойкость режущего инструмента;
- Б) Повышение скорости резания повышает стойкость инструмента;
- В) Снижение скорости резания снижает стойкость режущего инструмента.

25. При анализе и синтезе конструкций режущего инструмента при автоматизированном проектировании определенные удобства представляют

- А) Графовые модели;
- Б) Математические модели;
- В) Стохастические модели;
- Г) Эмпирические модели.

26. На стойкость сверл существенное влияние оказывает жесткость, которая определяется (выберите несколько вариантов ответов):
- А) Площадью поперечного сечения сверла;
 - Б) Длиной рабочей части;
 - В) Длиной сверла;
 - Г) Средним диаметром конуса хвостовика.
27. Режим резания необходимо выбрать таким, чтобы он обеспечивал:
- А) Заданное качество обработки при наименьших затратах и наибольшей производительности;
 - Б) Заданное качество обработки при наибольших затратах и наибольшей производительности;
 - В) Заданное качество обработки при наименьших затратах и наименьшей производительности;
 - Г) Заданное качество обработки при наибольших затратах и наименьшей производительности.
28. Экспериментально установлено, что особенно интенсивно изнашиваются задние поверхности лезвий при фрезеровании в тех случаях, когда толщина срезаемого слоя
- А) $\alpha_z < 0,04$ мм;
 - Б) $\alpha_z > 0,04$ мм;
 - В) $\alpha_z > 0,1$ мм;
 - Г) $\alpha_z < 0,1$ мм.
29. Комплекс свойств, характеризующих поведение инструментальных материалов при изготовлении режущего инструмента это
- А) Технологичность;
 - Б) Износостойкость;
 - В) Экономичность;
 - Г) Теплостойкость.
30. Уменьшение размера зерна карбида вольфрама в твердом сплаве приводит к:
- А) Возрастанию износостойкости и снижению прочности;
 - Б) Снижению износостойкости и прочности;
 - В) Возрастанию износостойкости и прочности;
 - Г) Снижению износостойкости и повышению прочности.

Второе полугодие второго года обучения

1. Способ обработки металла резанием, характеризующийся тем, что инструменту наряду с основным движением сообщается дополнительное колебательное движение относительно обрабатываемой заготовки, называется
А) вибрационное резание;
Б) фрезерование;
В) комбинированная обработка;
Г) шлифование.

2. Преимуществом электрофизических методов обработки металлов является
А) независимость производительности от твердости и хрупкости обрабатываемого материала;
Б) повышение производительности обработки и качества изделия;
В) повышение твердости обрабатываемого материала под воздействием электрического тока.

3. обработка токопроводящих материалов, основанная на энергии электрических кратковременных разрядов, возбуждаемых между инструментом и заготовкой, и преобразуемой в тепло, расплавляющее обрабатываемый материал.
А) лучевая;
Б) ультразвуковая;
В) электроэрозионная;
Г) импульсная.

4. Данный метод физико-химической обработки эффективен при обработке хрупких материалов, частицы которых могут откалываться при ударе инструментом.
А) лучевой;
Б) ультразвуковой;
В) электроэрозионный;
Г) механический.

5. Достоинствами физико-химических методов обработки являются (выберите несколько правильных ответов):
А) возможность обработки любых материалов независимо от их твердости;
Б) возможность копирования инструмента сложной формы одновременно по всей поверхности при простом поступательном движении инструмента;
В) возможность обработки без силового воздействия на обрабатываемую заготовку;
Г) простота автоматизации технологического процесса.

6. Точность электроэрозионной обработки
А) снижается с увеличением поперечных размеров электродов;

- Б) повышается с увеличением поперечных размеров электродов;
- В) не зависит от поперечных размеров электрода.

7. Специфической частью станков для электроэрозионной обработки является:

- А) шпиндель;
- Б) станина;
- В) рабочий стол;
- Г) генератор импульсов.

8. При какой обработке удаление металла происходит под действием электрического тока в среде электролита без контакта инструмента с заготовкой в результате анодного растворения материала заготовки?

- А) электроэрозионная обработка;
- Б) электрохимическая обработка;
- В) ультразвуковая обработка.

9. Верно ли утверждение «Электрохимическая обработка не оказывает существенного влияния на физико-механические свойства поверхностного слоя»

- А) верно;
- Б) неверно;

10. При ультразвуковой обработке увеличение силы подачи приводит к:

- А) увеличению импульса удара и глубины внедрения абразива;
- Б) снижению усталостной прочности детали;
- В) улучшается доступ свежего абразива и условия его удаления из зоны обработки продуктов износа и разрушения.

11. К видам лазерной обработки относят (выберите несколько правильных ответов):

- А) поверхностную закалку;
- Б) лазерное скайбрирование;
- В) локальный переплав;
- Г) лазерную сварку.

12. Обработку лазерным лучом рекомендуется применять для (выберите несколько правильных ответов):

- А) получения в деталях дренажных отверстий диаметром до 1 мм;
- Б) получения узких пазов, шириной до 1 мм;
- В) резки хрупких материалов;
- Г) прошивания отверстий в вязких материалах.

13. К достоинствам электронно-лучевой обработки можно отнести (выберите несколько правильных ответов):

- А) наличие вакуума как рабочей среды;

- Б) возможность получения очень малой зоны воздействия луча на обрабатываемый материал;
- В) сложность изготовления и эксплуатации электронно-лучевого оборудования;
- Г) простота управления положением луча с помощью магнитной системы.

14. Верно ли утверждение «Точность обработки на металлорежущих станках зависит от поведения всей технологической системы станок-приспособление-инструмент-деталь»?

- А) неверно;
- Б) верно.

15. Главное движение – это...

- А) движение, позволяющее распространить процесс резания на всю обрабатываемую поверхность;
- Б) движение, с помощью которого осуществляется снятие припуска с заготовки с наибольшей скоростью резания и на которое затрачивается максимальная мощность;
- В) движение, предназначенное для переноса формообразования в другую зону заготовки при обработке детали с повторяющимися по форме поверхностями.

16. Преимущества гидропривода (выберите несколько правильных ответов):

- А) обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости перемещений исполнительных устройств;
- Б) изменение свойств рабочей жидкости в зависимости от температуры;
- В) обладает малой чувствительностью к колебаниям нагрузки;
- Г) позволяет осуществлять плавное реверсирование движений узлов станка.

17. Технологическая задача ЧПУ

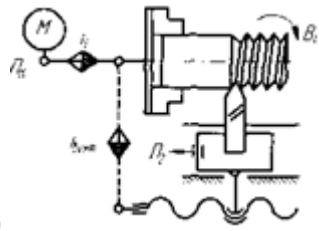
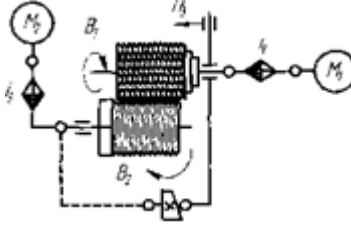
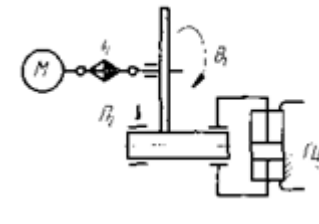
- А) необходима в тех случаях, когда основной рабочий процесс становится объектом управления в целях поддержания оптимизации и содержит данные о скорости, подаче и т. д.;
- Б) предопределяет наличие координатных точек траектории движения инструмента, что позволяет определить параметры, используемые в алгоритме интерполяции;
- В) состоит в автоматизации на станке разнообразных вспомогательных операций.

18. Какая группа металлорежущих станков обладает наибольшей универсальностью?

- А) фрезерные;
- Б) токарные;
- В) сверлильные;
- Г) строгальные.

19. Для обработки каких деталей не используются фрезерные станки?
- А) корпусных;
 - Б) тел вращения;
 - В) плоских планок;
 - Г) деталей с уступами.
20. Какой из методов поверхностного пластического деформирования относится к способам выглаживания?
- А) дорнование;
 - Б) обкатывание;
 - В) раскатывание;
 - Г) полирование.
21. Что не является достоинством технологии обработки деталей на станках с ЧПУ:
- А) возможность обработки детали за одну установку;
 - Б) совмещение разных операций;
 - В) высокая точность и стабильность обработки;
 - Г) высокая себестоимость обработки.
22. Гибкое автоматизированное производство это – (подберите наиболее точное выражение):
- А) участок станков с ЧПУ и промышленных роботов;
 - Б) совокупность различного оборудования с ЧПУ, обладающая способностью к автоматической переналадке;
 - В) совокупность станков с ЧПУ, промышленных роботов, работающих в три смены;
 - Г) производство с безлюдной и безбумажной технологией.
23. Укажите наиболее перспективное направление совершенствования металлорежущего оборудования:
- А) повышение точности оборудования;
 - Б) повышение уровня автоматизации;
 - В) повышение производительности;
 - Г) повышение качества обработки.
24. В чем сущность нарезания зубчатых колес методом копирования?
- А) нарезание производят фасонными фрезами;
 - Б) профиль инструмента повторяет профиль впадины зубчатого колеса;
 - В) инструмент и зубчатое колесо катятся друг по другу без скольжения.

25. Установите соответствие класса станка и его структуры

Класс станка	Структура станка
1. Класс простых структур	 <p>A)</p>
2. Класс сложных структур	 <p>B)</p>
3. Класс комбинированных структур	 <p>B)</p>

26. Расположите этапы анализа кинематической схемы станка по порядку следования.

- A) кинематическая настройка;
- Б) выявление кинематических групп в структуре станка;
- В) выявление метода образования поверхности, формы режущей кромки и характера исполнительных движений.

27. Бесступенчатое регулирование скорости или подачи это –

- A) регулирование, когда в данном диапазоне можно установить любую скорость или подачу;
- Б) регулирование, когда в данном диапазоне можно установить лишь определенную скорость или подачу.

28. Перечислите достоинства проводов со ступенчатым регулированием (выберите несколько правильных ответов).

- A) простота;
- Б) компактность;
- В) долговечны;
- Г) не позволяют получать оптимальное регулирование скорости.

29. По виду используемых механизмов с зубчатыми передачами коробки передач бывают (выберите несколько правильных ответов):

- A) с гитарами сменных колес;
- Б) со сменными колесами при постоянном расстоянии между осями валов;

- В) с передвижными блоками колес;
- Г) со встроенными ступенчатыми конусами колес и вытяжными шпонками;
- Д) нортоновские.

30. Разложите операции в порядке возрастания точности размеров после обработки на сверлильных станках.

- А) сверление, развертывание, зенкерование
- Б) сверление, зенкерование, развертывание
- В) развертывание, рассверливание, зенкерование

