

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт новых материалов и технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
12 _____ 2022 г.

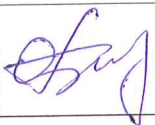
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Перечень сведений о программе аспирантуры	Учетные данные
Программа аспирантуры Технология и оборудование механической и физико-технической обработки	Код ПА 2.5.5.
Группа специальностей Машиностроение	Код 2.5.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Блинков Олег Геннадьевич	д.т.н., профессор	Зав. кафедрой	Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов	

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 20220526-01 от 26.05.2022 г.



О.Ю. Корниенко

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»

1.1. Аннотация дисциплины

Дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» относится к базовой части программы аспирантуры.

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

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- изучение связей (механических, гидро- и электромеханических, физико-технических процессов, а также размерных, информационных, экономических и др.) и закономерностей этой области науки осуществляется с целью создания новых и совершенствования существующих технологических процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.;

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

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

- проектирование, расчеты и совершенствование технологического оборудования, режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результаты освоения дисциплины направлены на сдачу кандидатского экзамена по научной специальности 2.5.5. «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», а также используются при научно-исследовательской деятельности и подготовке аспирантами диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

В результате освоения дисциплины 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;

- 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.

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 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 компоненты, 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.

Владеть:

- навыками работы с программными системами для математического и имитационного моделирования процессов механообработки материалов;

- навыками выполнения расчетов и обоснований при выборе условий механической и физико-технической обработки материалов.

1.4.Трудоемкость дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
4.	Промежуточная аттестация	36	1	Экзамен
5.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6,5	108

6.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3
----	-------------------------------------	---	--	---

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении	<p>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.</p> <p>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.</p>
Р2	Обработка резанием	<p>Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.</p> <p>Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.</p> <p>Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании.</p> <p>Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки.</p> <p>Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОЖ.</p> <p>Инструментальные материалы, их виды и области применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.</p> <p>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.</p> <p>Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента.</p> <p>Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента;</p>

		<p>интенсивность износа, его модели.</p> <p>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.</p> <p>Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания. Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.</p> <p>Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента. Основные нерешенные вопросы в области теории резания.</p> <p>Основные методы (схемы) обработки. Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки.</p> <p>Расчеты сил резания. Их методика.</p>
Р3	Режущий инструмент	<p>Роль и значение режущих инструментов в металлообработке. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента.</p> <p>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.</p> <p>Стандартизация и сертификация режущих инструментов. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента. САПР режущего инструмента.</p> <p>Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях.</p> <p>Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств.</p> <p>Перспективы развития конструкций режущих инструментов.</p>
Р4	Физико-технические методы обработки	<p>Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов в т.ч. механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях.</p> <p>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 электроннолучевая обработка) и других воздействий.</p>

		<p>Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности использования известных физических, химических и других явлений. Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенными физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).</p>
P5	<p>Типы металлорежущих станков и их классификация. Кинематика станков</p>	<p>Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.</p> <p>Особенности конструкций станков основных групп.</p> <p>Методика формирования цены на станки с учетом их качества.</p> <p>Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих. Конкурентоспособность металлорежущих станков. Образование поверхностей на обрабатываемых деталях.</p> <p>Классификация движений в станках.</p> <p>Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.</p>
P6	<p>Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов</p>	<p>Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.</p> <p>Технологическая подготовка проектирования станков. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей.</p> <p>Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в т.ч. станков для нанотехнологической обработки.</p>
P7	<p>Основные этапы проектирования и расчетов станочно-оборудования</p>	<p>Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей.</p> <p>Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость.</p> <p>Надежность станков. Общие понятия. Надежность параметрическая и функциональная. Надежность в период нормальной эксплуатации и износных отказов. Резервирование.</p> <p>Составление технического задания на разработку станка на основе технологической подготовки проектирования. Определение основных конструктивных и технологических параметров.</p> <p>Методы формирования показателей и критериев оценки технического уровня станка по его выходным характеристикам.</p> <p>Формирование компоновочного решения и несущей системы станков. Определение конструктивных параметров.</p> <p>Разработка кинематической схемы, выбор принципа управления, контроля и диагностики.</p> <p>Статические упругие перемещения и их влияние на точность</p>

		<p>станков.</p> <p>Динамическая система станка. Характеристики ее основных элементов (упругой системы, процесса резания, процесса трения, процессов в двигателях). Устойчивость движений рабочих органов станка и методы ее обеспечения.</p> <p>САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков. Формирование требований к основным системам станка.</p> <p>Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделий CAD-CAM-CAE. Параметрические твердотельные модели.</p> <p>Имитационное моделирование на GPSS как средство количественного анализа технологических систем.</p> <p>Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках.</p> <p>Использование систем Internet и Intranet при проектировании станков.</p> <p>Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.</p>
P8	Основные системы станка и их проектирование и расчет	<p>Принципы конструирования мехатронных узлов. Основные преимущества их использования в станках.</p> <p>Направляющие прямолинейного и кругового движения. Конструирование и расчет направляющих смешанного трения, гидростатических, гидродинамических и качения.</p> <p>Конструирование и расчет коробок скоростей и подач.</p> <p>Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими. Конструирование, расчет с учетом критерия жесткости элементов узла. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей.</p> <p>Механизмы для осуществления прямолинейных движений, их виды, конструирование и расчет механизмов: винт-гайки скольжения и качения, зубчато-реечного, червячно-реечного и др. Механизмы для осуществления периодических движений.</p> <p>Механизмы для микроперемещений.</p> <p>Механизмы подачи. Механизмы фиксации. Механизмы автоматической смены инструментов. Магазины инструментов и заготовок (компоновки). Зажимные приспособления металлорежущих станков. Классификация, основные типы. Расчеты типовых приспособлений для станков различного технологического назначения.</p> <p>Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.</p>

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Роль механической и физико-механических методов обработки в современном машиностроении.
2. Системы инструментального обеспечения различных производств.
3. Силовое и скоростное резание, их физические особенности.
4. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами.
5. Физико-химический механизм обработки материалов при физико-технических методах обработки.
6. Критерии классификации металлорежущих станков.
7. кинематика работы узлов металлорежущих станков основных групп.
8. Надежность станков.
9. Основные критерии работоспособности станков.
10. Статические и динамические системы станков.
11. Разновидности шпиндельных узлов и механизмов подач металлорежущих станков: достоинства и недостатки.
12. Типовые приспособления для станков различного технологического назначения.
13. Основные характеристики электродвигателей станков.
14. Тенденции развития конструкций двигателей станков.
15. Гидропривод станков: область применения, преимущества и недостатки.
16. Способы регулирования скорости в гидравлических приводах станков.
17. Электрогидравлические приводы станков с ЧПУ.
18. Динамика работы гидропривода: вибрация в гидросистемах, устойчивость работы контуров системы.
19. Процессы механической обработки резанием: преимущества и недостатки.
20. Деформации при резании: схемы стружкообразования, наростообразование, виды трения и износа.
21. Методы экспериментального исследования процесса резания.
22. Уравнение теплового баланса при резании, средства снижения теплообразования при резании.
23. Методы и средства экспериментального исследования процесса теплообразования.
24. Виды колебаний, возникающих при резании.
25. Роль СОЖ в обработке металлов резанием.
26. Классификация инструментальных материалов.
27. Виды и критерии износа металлорежущих инструментов. Влияние материалов и режимов резания на характер износа.
28. Понятие о кривых износа инструмента и периоде стойкости.
29. Критерии затупления инструмента.
30. Виды износа инструмента и их механизмы изнашивания.
31. Методы и критерии оптимизации режима резания.
32. Методики расчета сил резания.
33. Качество поверхностного слоя и его связь с режимами резания.
34. Особенности экспериментальных исследований процессов резания металлов: требования к методике и средствам обеспечения эксперимента.
35. Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.
36. Функционально-структурная модель режущего инструмента.
37. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки.
38. Стандартизация и спецификация режущих инструментов.
39. Способы настройки инструмента на станке и вне станка.
40. Особенности эксплуатации программно-управляемого оборудования.
41. Классификация систем программного управления.
42. Приборы контроля точности изготовления деталей на станках и подналадка станков.

43. ГПМ, ГПС – основные понятия, требования, область применения.
44. Место методов физико-технической обработки среда других методов размерной обработки материалов.
45. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий, станков с ЧПУ и ГПС.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Борисов, В. М. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В.М. Борисов .— Казань : КГТУ, 2011 .— 137 с. — ISBN 978-5-7882-1159-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258356>>.
2. Колесов, И. М. Основы технологии машиностроения : Учебник для вузов / И. М. Колесов; Редкол.: Ю. М. Соломенцев (пред.) и др. — 2-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 1999 .— 591 с.
3. Маталин, А. А. Технология машиностроения : Учеб. для вузов .— Л. : Машиностроение, 1985 .— 512 с.
4. Суслов, А. Г. Научно-технические технологии в машиностроении. : / Суслов А.Г., Базров Б.М., Безъязычный В.Ф., Авраамов Ю.С. — Москва : Машиностроение, 2012 .— ISBN 978-5-94275-619-2 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5795>.
5. Гузеев, Виктор Иванович. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. — М. : Машиностроение, 2005 .— 366 с.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Исаев, П. П. Обработка металлов резанием (резание металлов, режущий инструмент, металлорежущие станки) / П.П. Исаев ; А.А. Богданов .— Москва : Государственное издательство оборонной промышленности, 1959 .— 666 с. — ISBN 978-5-4458-4065-7 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212681>>.
2. Горбунов, Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки : учеб. пособие для вузов / Б. И. Горбунов. — М. : Машиностроение, 1981 .— 287 с.
3. Ашкиназий, Я. М. Бесцентровые круглошлифовальные станки. Конструкции, обработка и правка / Я. М. Ашкиназий ; под общ. ред. В. И. Черпакова .— Москва : Машиностроение, 2003 .— 352 с. : ил. ; 24 см .— .— Парал. тит. л. англ. — Библиогр.: с. 340-344 (98 назв.). — ISBN 5-217-03206-5 <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=797>.
4. Сибикин, М. Ю. Основы конструирования, наладки и эксплуатации металлорежущих и деревообрабатывающих станков / М.Ю. Сибикин .— М.|Берлин : Директ-Медиа, 2017 .— 419 с. — ISBN 978-5-4475-4832-2 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480128>>
5. Власов, С. Н. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий : Учебник для сред. спец. учеб. заведений / С.Н. Власов, Г.М. Годович, Б.И. Черпаков .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1995 .— 463 с.
6. Лучкин, В. К. Проектирование и программирование обработки на токарных станках с ЧПУ : учебное пособие / В.К. Лучкин ; В.А. Ванин .— Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015 .— 83 с. — ISBN 978-5-8265-1397-2 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444957>>.
7. Даниелян, А. М. Резание металлов и инструмент / А.М. Даниелян .— Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1950 .— 453 с. — ISBN 978-5-4458-4689-5 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213990>>.
8. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в", "Автоматизация и упр. " и специальностям: "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты", "Автоматизация технол. процессов и

- пр-в" / В.А. Гречишников, А.Р. Маслов, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе; Под ред. Ю.М. Соломенцева .— М. : Высшая школа, 2001 .— 271 с.
9. Бобровский, А. В. Резание цветных металлов : Справочник / А.В. Бобровский, О.И. Драчев, А.В. Рыбьяков .— СПб. : Политехника, 2001 .— 200 с.
 10. Резание металлов излучением мощных волоконных лазеров / Е. Д, Вакс [и др.] .— Москва : Техносфера, 2016 .— 352 с.

5.2. Методические разработки

Не используются.

5.3. Программное обеспечение

Электронные таблицы MS Excel, MS Word, MS PowerPoint

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. – Режим доступа: <http://study.urfu.ru/info/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронная база нормативных документов ГОСТЭКСПЕРТ. – Режим доступа : <http://gostexpert.ru/> , свободный. – Загл. с экрана.
3. Поисковые системы: www.yandex.ru, google.ru www.rambler.ru,

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.