

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП
_____ М.М. Яхутлов

Директор
института _____ Н.В. Черкесова

«_____» _____ 2021 г.

«_____» _____ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОЦЕССЫ И ОПЕРАЦИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ»**

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки
Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Рабочая программа дисциплины «Процессы и операции формообразования» /сост. З.Н. Деунежев – Нальчик: КБГУ, 2021. – 24 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания обязательной дисциплины вариативной части блока Б1 по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в 5 семестре очной формы обучения.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. №1000.

Содержание

		с.
1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	6
5	Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации	13
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	18
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	22
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	24
9	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	25

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний о процессах и операциях формообразования, закономерностях физико-механических процессов при формообразовании, обеспечении требуемых параметров процессов и формировании поверхности детали заданного качества.

Задачами изучения дисциплины являются ознакомление с основными методами обработки материалов, геометрическими параметрами режущей части инструмента, элементами режима резания и срезаемого слоя, инструментальными материалами, силами и тепловыми процессами при формообразовании, износом и стойкостью инструмента.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной в вариативной части Блока 1 подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Дисциплина «Процессы и операции формообразования» является самостоятельным модулем.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных (ОПК):

способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда (ОПК-1);

в) профессиональных (ПК):

способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий (ПК-1);

способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа (ПК-4);

способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации (ПК-16);

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физические и кинематические особенности процессов обработки материалов (31);
- требования, предъявляемые к рабочей части инструментов, к механическим и физико-химическим свойствам инструментальных материалов (32);
- геометрические параметры рабочей части типовых инструментов (33);
- основные принципы проектирования операций механической и физико-химической обработки с обеспечением заданного качества обработанных поверхностей на деталях машин при максимальной технико-экономической эффективности (34);
- контактные процессы при обработке материалов; виды разрушений инструмента; изнашивание; механику возникновения остаточных деформаций и напряжений в поверхностном слое детали (35);
- методы формообразования поверхностей деталей машин, анализ методов формообразования поверхностей, область их применения (36);
- технико-экономические показатели методов лезвийной и абразивной обработки, кинематику резания (37);

уметь:

- определять оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента и осуществлять их выбор при обработке определенным видом инструмента (У1);

владеть:

- методикой назначения режимов резания при различных видах обработки (В1);

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущ. контроля
1	2	3	4	5
1	Кинематика резания	<p>Физические основы процесса резания материалов. Цели и задачи курса «процессы и операции формообразования». Значение курса в формировании специалиста 15.03.05.</p> <p>Связь дисциплины с фундаментальными и общетехническими науками. Общие представления о деформации и разрушении твердых тел. Основы теории дислокаций. Плоскость сдвига и скольжения. Классификация основных типов стружек. Управление стружкообразованием и стружкозаиванием в автоматизированном производстве. Усадка стружки, наклёп, наростообразование, суть процессов, положительные и отрицательные явления, сопровождающие их.</p> <p>Относительное перемещение инструмента и заготовки при различных видах механической обработки материалов. Главное движение и движение подачи. Обозначение по стандарту поверхностей и лезвий инструмента. Классификация различных видов обработки резанием по кинематическим признакам: свободное и несвободное, однолезвийное и многолезвийное. Система координат (статическая и кинематическая) и углов у токарных резцов.</p> <p>Режим резания. Схемы резания. Геометрические параметры режущих инструментов. Геометрические параметры срезаемого слоя. Толщина a и ширина b срезаемого слоя. Рабочие углы режущих инструментов.</p>	ОПК-1 ПК-1 ПК-16	ЛР, К, РК, Т
2	Динамика резания	<p>Взаимодействие инструмента с заготовкой через контактные поверхности. Результирующая сила резания и точки ее приложения. Проекция равнодействующей силы резания на координатные оси X, Y и Z.</p> <p>Составляющие силы резания P_x, P_y и P_z. Формулы для расчета составляющих сил резания. Факторы, влияющие на составляющие силы резания (обрабатываемый материал, глубина резания, подача, передний угол резца, радиус закругления резца при вершине, главный угол в плане резца, СОЖ, скорость резания, износ резца, инструментальный материал). Методы измерения сил резания и аппаратура. Расчетные формулы для определения сил резания.</p> <p>Вибрации при обработке резанием. Вынужденные колебания. Причины возникновения автоколебаний. Средства гашения автоколебаний.</p>	ОПК-1 ПК-1 ПК-4 ПК-16	ЛР, К, РК, Т

1	2	3	4	5
3	Термодинамика резания	Источники теплоты при резании материалов, тепловые потоки и их распределение. Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Температурное поле передней поверхности резца. Влияние скорости, глубины и подачи на температуру резания. Особенности обработки резанием пиррофорных материалов. Измерение температуры в зоне резания. Электрические и магнитные явления при резании.	ОПК-1 ПК-1 ПК-4 ПК-16	ЛР, К, РК, Т
4	Затупление инструмента	Износ и стойкость инструмента. Напряжения в инструменте. Хрупкое разрушение инструмента. Пластические деформации режущего лезвия. Критерии износа. Факторы, влияющие на допускаемую скорость резания (стойкость инструмента, физико-механические свойства обрабатываемого материала, подача и глубина резания, размеры державки резца, СОЖ (СОТС), максимально допустимая величина износа инструмента, вид обработки (точение, растачивание, протягивание и т.д.)). Зависимость между скоростью резания и периодом стойкости инструмента. Общепринятая формула, связывающая скорость резания со стойкостью T , глубиной t , подачей S и обобщенным коэффициентом $K_v = K_o \cdot K_m \cdot K_\phi \cdot K_{инс} \cdot K_{лз} \cdot K_{сос.пов.заг.}$. Коэффициент обрабатываемости.	ОПК-1 ПК-1 ПК-16	ЛР, К, РК, Т
5	Качество изделия	Шероховатость обработанной поверхности (параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73). Физико-механические свойства поверхностного слоя. Влияние элементов режима резания, геометрических параметров инструмента СОЖ (СОТС) на эксплуатационные характеристики деталей машин. Расчетные значения высоты поверхностей. Влияние различных факторов (S , V , t , r , α , γ , твердости материала заготовки, материала режущей части инструмента) на шероховатость обработанной поверхности детали. Упрочнение (наклёп) поверхностного слоя и влияние различных факторов (скорости резания, подачи, геометрических параметров инструмента и его износа) на его величину. Остаточные поверхностные напряжения и основные причины их возникновения (скорость резания, подача, геометрические параметры режущего инструмента и его износ). Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей (длительная усталостная прочность, коррозионная стойкость и т.д.).	ОПК-1 ПК-1 ПК-16	ЛР, К, РК, Т

1	2	3	4	5
6	Надежнос ть резания	Нестационарный случайный характер резания. Разновидности обработки (свободное прямоугольное, несвободное прямоугольное, свободное косоугольное, несвободное косоугольное). Факторы, определяющие прочность инструментов. Надежность инструментов. Условия неравномерности фрезерования (торцовыми и цилиндрическими фрезами). Способы повышения надежности. Влияние прерывистости резания на стойкость инструмента и допускаемую скорость резания. Обрабатываемость различных материалов. Хрупкое разрушение инструмента; разрушение лезвия инструмента вследствие пластического деформирования; изнашивание контактных поверхностей; прочие виды отказов. Обеспечение надежности инструмента на стадиях проектирования, изготовления, эксплуатации. Диагностирование – способ повышения надежности технологического процесса. Признаки состояния инструмента: сила резания, колебания при резании, температура в зоне резания, качественные параметры обработанной заготовки (точность, шероховатость и т.д.).	ОПК-1 ПК-1 ПК-16	К, РК, Т
7	Управлен ие резанием	Задачи управления резанием: обрабатываемость материалов, оптимальные геометрические параметры инструмента для черновой и чистовой обработки, подбор инструментального материала к условиям обработки, подбор СОТС и способы подвода их в зону обработки, обработка с подогревом обрабатываемого материала, управление процессом стружкообразования (естественное дробление стружки, искусственное дробление стружки); вибрационное резание. Влияние элементов режима резания (V , S , t) и геометрических параметров инструмента (γ), радиуса округления (ρ), износа резца (h_3) на качество поверхностного слоя. Оптимизация процессов резания (допускаемая скорость резания, размерный износ, шероховатость обраб. поверхности, силы резания и мощность, характер образования стружки и т.п.). Применение математических методов планирования эксперимента для решения задач оптимизации процесса резания материалов.	ОПК-1 ПК-1 ПК-4 ПК-16	К, РК, Т

1	2	3	4	5
8	Инструментальные материалы	<p>История развития и совершенствования инструментальных материалов. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Углеродистые стали, инструментальные легированные стали, быстрорежущие стали, экономнолегированные быстрорежущие стали, порошковые быстрорежущие стали, карбидостали, твердые сплавы (вольфрамокобальтовые, титановольфрамокобальтовые, титанотанталовольфрамокобальтовые, безвольфрамовые). Основные тенденции совершенствования твердых сплавов. Режущая керамика. Основные тенденции совершенствования режущей керамики.</p> <p>Сверхтвердые синтетические поликристаллические инструментальные материалы. поликристаллические сверхтвердые материалы на основе кубического нитрида бора. Двухслойные композиционные поликристаллические материалы.</p> <p>Абразивные материалы и инструменты. Характеристика абразивных материалов. Твердость абразивного инструмента. Связки абразивного инструмента. Концентрация алмазных и эльборовых шлифовальных инструментов. Потеря абразивными инструментами эксплуатационных свойств и их правка. Режимные параметры, динамика и технико-экономические показатели шлифования. Эффективная мощность шлифования и другие режимные параметры процесса шлифования.</p>	ОПК-1 ПК-1 ПК-16	ЛР, К, РК, Т

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Очная форма обучения

Вид работы	ОФО
	5 сем.
Общая трудоемкость	144
Аудиторная работа:	48
<i>Лекции (Л)</i>	32
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>	16
Самостоятельная работа, в том числе контактная	96
Курсовой проект (КП)	
Расчетная графическая работа	5
Самостоятельное изучение разделов	45
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	37
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9
Вид итогового контроля	дифф. зачет

4.3 Лекционные занятия

№ ЛР	Наименование лабораторной работы
1	Физические основы процесса резания материалов. Цели и задачи курса «процессы и операции формообразования».
2	Общие представления о деформации и разрушении твердых тел. Классификация основных типов стружек.
3	Относительное перемещение инструмента и заготовки при различных видах механической обработки материалов. Режим резания.
4	Взаимодействие инструмента с заготовкой через контактные поверхности. Составляющие силы резания P_x , P_y и P_z .
5	Источники теплоты при резании материалов, тепловые потоки и их распределение.
6	Износ и стойкость инструмента.
7	Качество изделия
8	Надежность резания
9	Задачи управления резанием. Оптимизация процессов резания
10.	История развития и совершенствования инструментальных материалов. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.

4.4 Лабораторные занятия

№ ЛР	Наименование лабораторной работы
1	Основные типы резцов, статические и кинематические углы (определение геометрических параметров резцов)
2	Исследование влияния элементов режима резания на температуру резания при точении
3	Исследование деформации (усадки) стружки материалов в процессе резания
4	Исследование влияния элементов режима резания и других факторов на шероховатость обработанной поверхности при точении
5	Исследование областей наростообразования при точении
6	Исследование влияния режима резания на осевую силу и крутящий момент при сверлении
7	Исследование влияния элементов режима резания на силы резания при точении
8	Исследование износа резцов и установление зависимости «стойкость-скорость» резания при точении

4.5 Расчетная работа

В расчетной студент должен выполнить подбор оборудования, инструмента и произвести расчет режимов обработки конкретной детали.

Расчетная работа состоит из пояснительной записки 15-20 листов машинописного текста.

4.7 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Тема
1	2
1	Геометрические элементы режущей части резца. Кристаллическая структура металлов. Дислокации. Теоретическая прочность металлов. Реальная прочность металлов.
2	Влияние режима резания, геометрических параметров инструмента, материала инструмента, СОЖ (СОТС) и износа инструмента на составляющие силы резания при точении.
3	Экспериментальные методы исследования тепловых явлений в зоне резания. Пути снижения температуры на лезвии резца. Электрические и магнитные явления при резании.
4	Наращение износа за время работы инструмента. Критерии износа. Разрушение режущей части инструмента. Стойкость инструмента при прерывистых процессах резания. Современные методы исследования стойкости инструмента
5	Влияние обработки резанием на качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин. Качество поверхности при обработке резанием.
6	Системы автоматического регулирования процессов резания. Способы дробления и удаления стружки. Факторы, определяющие прочность инструментов. Надежность инструмента (ГОСТ 13377 - 84)
7	Эффективность автоматического управления процессом резания на основе постоянства оптимальной температуры резания. Влияние СОЖ (СОТС) на характеристики обрабатываемости металлов резанием. Влияние предварительного подогрева на интенсивность износа резца. Методы повышения режущих свойств инструментальных материалов. Оптимизация условий чистовой лезвийной обработки.
8	Инструментальные материалы с износостойкими покрытиями. Работоспособность инструмента с покрытием. Сверхтвердые синтетические поликристаллические инструментальные материалы (ПСТМ).

5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОП ВО В КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Тестирование	18 (6+6+6)
3	Коллоквиум	18 (6+6+6)
4	Выполнение и защита расчетно-графической работы	24 (8+8+8)
ИТОГО		70

Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносится одна треть вопросов из общего их числа к зачету (экзамену). Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания).

№ раздела	Наименование раздела	Кол-во заданий
1	2	3
1	Кинематика резания	60
2	Динамика резания	70
3	Термодинамика резания	80
4	Затупление инструмента	50
5	Качество изделия	70
6	Надежность резания	30
7	Управление резанием	50
8	Инструментальные материалы	70
Итого:		480

Примеры тестовых заданий:

1 Способность материалов сохранять свою твердость при высоких температурах нагрева в процессе резания называется:

- а) прочностью,
- б) износостойкостью,
- в) красностойкостью.

2 Какая стружка образуется при обработке хрупких материалов (чугун, бронза и др.)?

- а) Стружка надлома.
- б) Стружка скалывания.
- в) Сливная стружка.

3 Наиболее часто применяемыми стружколомами являются:

- а) стружколомы в виде уступа,
- б) стружколомы со специально подобранной геометрией,
- в) накладные нерегулируемые стружколомы.

4 Что является основной причиной износа инструмента?

- а) Отсутствие смазки и охлаждения.
- б) Трение.
- в) Неправильно выбранные режимы резания.

5 Периодом стойкости называется:

- а) время работы инструмента без переточки,
- б) длительность обработки детали выбранным инструментом,
- в) количество переточек инструмента.

6 Обработка без СОЖ обеспечивает:

- а) снижение производительности,
- б) повышение производительности,
- в) не влияет на производительность обработки.

7 Какое движение является главным при токарной обработке?

- а) Вращение заготовки.
- б) Перемещение инструмента относительно заготовки.
- в) Вращение инструмента.

8 По какой поверхности резца перемещается образовавшаяся, в процессе резания, стружка?

- а) Вспомогательной передней поверхности.
- б) Задней поверхности.
- в) Передней поверхности.

Лабораторная работа

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

Расчетно-графическая работа

Студенты очной формы обучения выполняют расчетную работу по теме «Назначение и расчет режимов резания». Они получают индивидуальные задания по расчету режимов резания на различных технологических операциях.

Реферат

За подготовку и защиту реферата студент может набрать 6 баллов в семестр (по 2 балла за три контрольные рейтинговые точки). При подготовке реферата студент должен ознакомиться с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих

для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Необходимо составить аннотации к прочитанным литературным источникам. Структуру реферата студент определяет сам. Оценивание проводится с учетом количества обработанных литературных источников, качества оформления реферата, ответа на вопросы по реферату. Тему для реферата студент может предложить сам, либо выбрать из предложенных.

5.3 Вопросы к контрольным рейтинговым мероприятиям

Коллоквиум № 1

1. Технологические трудности обработки материалов (обработка материалов в условиях глубокого вакуума, металлы и их обработка).
2. Основы кинематики резания (движение резания, подачи, формообразования).
3. Принципиальные кинематические схемы резания (плоское шлифование, круглое шлифование, точение, строгание).
4. Геометрические параметры режущей части инструмента.
5. Классификация токарных резцов.
6. Определение параметров срезаемого слоя (на примере точения).
7. Последовательность выбора основных режимных параметров (на примере токарной обработки).

Коллоквиум № 2

1. Пластическая деформация в зоне резания.
2. Усадка стружки (продольная усадка, коэффициент усадки, текстура стружки).
3. Наростообразование в процессе резания.
4. Сила и мощность резания. Формулы для определения силы и мощности резания (на примере точения).
5. Источники образования тепла при резании металлов.
6. Уравнение теплового баланса. Формула для определения температуры резания (в зависимости от скорости, глубины и подачи резания).
7. Методы измерения температуры резания.
8. Качество поверхности обработки и влияния на него параметров резания и геометрических параметров инструмента.
9. Управление стружкообразованием.
10. Внешние и внутренние факторы, влияющие на процесс стружкообразования.
11. Краткие сведения об инструментальных материалах.
12. Износ и стойкость режущего инструмента.
13. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей в процессе резания.

Коллоквиум № 3

1. Сверление как технологический способ обработки отверстий (основные части сверла).
 2. Геометрические параметры режущей части сверла.
 3. Зенкерование как технологический способ обработки отверстий.
 4. Развертывание как технологический способ обработки отверстий.
- Шлифование как технологический способ финишной обработки деталей машин.

5.4. Вопросы, выносимые на экзамен (зачет) для промежуточной аттестации

1. История развития науки о резании металлов. Обработка пирофорных материалов, обработка металлов в условиях глубокого вакуума.
2. Общие представления о деформации и разрушении твердых тел.
3. Стружкообразование и методы исследования процесса стружкообразования.

4. Виды стружек. Управление стружкообразованием. Примеры.
5. Усадка стружки. Наклеп обработанной поверхности.
6. Нарост. Явление наростообразования.
7. Влияние переднего угла γ режущего инструмента и скорости резания на нарост.
8. Износ инструмента. Основные причины, приводящие к изнашиванию контактных поверхностей инструмента. Резание инструментом с износостойким покрытием.
9. Критерии износа (критерий оптимального износа, критерий технологического износа).
10. Схемы износа резца (на примере токарного резца – по передней поверхности h_d по задней поверхности h_z от времени работы инструмента).
11. Оптимальный износ, период стойкости, h_z – как критерий лимитирующего износа (примеры).
12. Зависимость между скоростью резания и стойкостью резания.
13. Основные группы сочетаемых движений в процессе резания (главное движение, движение подачи); обрабатываемая поверхность, поверхность резания, обработанная поверхность. Принципиальные кинематические схемы резания (на примере сверления, точения, круглого наружного шлифования).
14. Элементы рабочей части резца; свободное и несвободное резание, толщина и ширина срезаемого слоя.
15. Геометрические параметры резца.
16. Рабочие углы резца (на примере сочетания движения и движения подачи.)
17. Физические и технологические параметры срезаемого слоя; прямой, равнобокий и обработанный срезаемый слой.
18. Источники препятствий рабочему движению лезвий инструментов (пластические деформации стружкообразования, дополнительные деформации изгиба и ломания стружки, силы трения на лезвии и т.д.). применение смазочно-охлаждающих жидкостей в процессе резания.
19. Составляющие силы резания. Соотношения между P_z , P_y , P_x .
20. Работа затрачиваемая на процесс резания (на примере точения).
21. Формулы составляющих сил резания при точении P_z , P_y , P_x ; при сверлении $M_{кр.}$, P_0 .
22. Факторы, влияющие на составляющие сил резания (t , S , δ , ϕ , V). Обрабатываемость материалов резанием и методы ее улучшения.
23. Методы измерения сил резания и аппаратура.
24. Гидравлические динамометры.
25. Электрические тензометрические динамометры.
26. Источники образования теплоты в зоне резания.
27. Основные направления отвода тепла из зоны резания, уравнение теплового баланса.
28. График распределения тепла θ между стружкой, инструментом и деталь (примерное распределение).
29. Примерное распределение температуры θ по ширине площадки контакта стружки с передней поверхностью резца.
30. Общий вид и анализ формулы, связывающей температуру резания с толщиной, шириной срезаемого слоя и скоростью резания.
31. Методы измерения температуры в зоне резания.
32. Измерения температуры искусственной термопарой в зоне резания.
33. Измерение температуры резца методом полусинтетической термопары.
34. Измерение температуры резца методом естественной термопары (температурное поле передней поверхности резца).
35. История развития инструментальных материалов (вклад русских и советских ученых).

36. Физико-механические свойства инструментальных материалов, определяющие их режущую способность (твердость, температуростойкость, прочность, теплопроводность).
37. Классификация инструментальных материалов.
38. Углеродистые и низкоуглеродистые стали. Быстрорежущие стали. Дать характеристику.
39. Твердые сплавы (металлокерамика); минералокерамика и керметы.
40. Синтетические композиции из нитрида бора «Эльбор»; синтетические и природные алмазы.
41. Точение – технологический способ обработки резанием (типы токарных резцов). Резание с дополнительными низкочастотными вибрациями.
42. Расчетная высота неровностей при точении. Факторы, влияющие на реальные неровности при точении.
43. Физико-механические свойства поверхностного слоя, лежащего под обработанной поверхностью.
44. Строгание – технологический способ обработки деталей ($t_0 = (l_2 + l_1)(B_1 + B + B_2)/VS$).
45. Скорость резания при обтачивании и растачивании. Формула для расчета главной составляющей силы резания, мощности резания.
46. Последовательность выбора параметров режима резания. Стойкость наименьшей себестоимости обработки, стойкость наибольшей производительности.
47. Сверление – основной технологический способ образования отверстий в сплошном материале (части и элементы сверла).
48. Зенкерование – способ обработки предварительно полученных отверстий (части и элементы зенкера).
49. Развертывание – технологический способ обработки отверстий. Части элементы разверток.
50. Формулы для определения P_0 и $M_{кр}$ при сверлении. Режимы сверления.
51. Формулы для определения P_0 и $M_{кр}$ при зенкеровании и развертывании; скорость резания при зенкеровании и развертывании.
52. Фрезерование – технологический способ обработки деталей. Типы фрез.
53. Технологическая характеристика встречного и попутного фрезерования.
54. Условие равномерности фрезерования. Глубина t и ширина B фрезерования. Формула для определения скорости фрезерования $V = f(T, t, S_z, B, D, z)$, $P_{окр} = f(t, S_z, z_p, B, D)$.
55. Шлифование – технологический способ обработки деталей. Схемы шлифования. Выхаживание.
56. Структура шлифовального круга; концентрация алмазных и эльборовых зерен в шлифовальных кругах.
57. Алмазные материалы, связки, твердость абразивных материалов.
58. Твердость абразивных инструментов, правка шлифовальных кругов.
59. Скорость шлифования при наружном круглом шлифовании; скоростное шлифование ($V \leq 30$ м/сек.; $V > 30$ м/сек). Шлифование периферией круга, шлифование торцом круга.
60. Засаливание шлифовального круга, самозатачивание шлифовального круга, правка шлифовальных кругов, правящий инструмент.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
1	2	3	4
<p>способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда (ОПК-1);</p> <p>способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически</p>	<p>31</p> <p>физические и кинематические особенности процессов обработки материалов</p>	<p>- Физические основы процесса резания материалов;</p> <p>- относительное перемещение инструмента и заготовки при различных видах механической обработки материалов.</p> <p>- главное движение и движение подачи.</p> <p>- классификация различных видов обработки резанием по кинематическим признакам: свободное и несвободное, однолезвийное и многолезвийное;</p> <p>- система координат (статическая и кинематическая) и углов у токарных резцов;</p> <p>- режим резания. Схемы резания;</p> <p>- геометрические параметры режущих инструментов.</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
	<p>32</p> <p>требования, предъявляемые к рабочей части инструментов, к механическим и физико-химическим свойствам инструментальных материалов</p>	<p>- История развития и совершенствования инструментальных материалов;</p> <p>- требования, предъявляемые к инструментальным материалам;</p> <p>- углеродистые стали, инструментальные легированные стали, быстрорежущие стали;</p> <p>- режущая керамика;</p> <p>- сверхтвердые синтетические поликристаллические инструментальные материалы;</p> <p>- абразивные материалы и инструменты;</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
	<p>33</p> <p>геометрические параметры рабочей части</p>	<p>- Классификация, виды режущих инструментов;</p> <p>- геометрические параметры режущих инструментов.</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы,</p>

<p>чистых машиностроительных технологий (ПК-1);</p> <p>способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и</p>	<p>типовых инструментов</p>		<p>расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
	<p>34</p> <p>основные принципы проектирования операций механической и физико-химической обработки с обеспечением заданного качества обработанных поверхностей на деталях машин при максимальной технико-экономической эффективности</p>	<p>- Влияние обработки резанием на качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин.</p> <p>- качество поверхности при обработке резанием.</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
<p>модернизации и с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа (ПК-4);</p> <p>способность осваивать на практике и совершенствовать</p>	<p>35</p> <p>контактные процессы при обработке материалов; виды разрушений инструмента; изнашивание; механику возникновения остаточных деформаций и напряжений в поверхностном слое детали</p>	<p>- Износ и стойкость инструмента;</p> <p>- напряжения в инструменте;</p> <p>- хрупкое разрушение инструмента;</p> <p>- пластические деформации режущего лезвия;</p> <p>- критерии износа;</p> <p>- зависимость между скоростью резания и периодом стойкости инструмента.</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
	<p>36</p> <p>методы формообразования поверхностей деталей машин, анализ методов формообразования поверхностей, область их применения</p>	<p>- Основы кинематики резания (движение резания, подачи, формообразования).</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет</p>
	<p>37</p> <p>технико-экономические</p>	<p>- Технико-экономические показатели лезвийной и абразивной обработки</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, лабораторные</p>

технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации (ПК-16);	показатели методов лезвийной и абразивной обработки, кинематики резания	- режимные параметры, динамика и технико-экономические показатели шлифования.	работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет
	У1 определять оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента и осуществлять их выбор при обработке определенным видом инструмента	- Определять геометрические параметры резцов; - выбирать инструмент для отдельного вида обработки.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет
	В1 методикой назначения режимов резания при различных видах обработки	- Методика назначения режимов резания при различных видах обработки (точении, фрезеровании, сверлении, шлифовании, зубофрезеровании и т.п.)	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, дифф.зачет

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
5	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 5 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
1	2	3	4	5
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Кожевников Д.В. Резание материалов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Кожевников Д.В., Кирсанов С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52120.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Технология конструкционных материалов. Физико-механические основы обработки металлов резанием и металлорежущие станки [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Е. Гордиенко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74354.html>.— ЭБС «IPRbooks».

7.2 Дополнительная литература

1. Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Обработка резанием в современном машиностроительном производстве. М.: «ИТО», 2008. 330 с
2. Аршинов В.А., Алексеев Г.А.. Резание металлов и режущий инструмент. М.: Маш-ние. 1976. 440 с.
3. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию материалов и режущему инструменту. М.: Маш-ние. 1990. 456 с.
4. Резание материалов А.М. Вульф.. Л.: Маш-ние. 1973. 386 с.
5. Ящерицын П.И. и др. Основы резания материалов и режущий инструмент. Минск. Высш. шк. 1975 г, 527 с.
6. Батыров У.Д., Атаев П.Л. Процессы и операции формообразования. Методические указания к лабораторным занятиям, Нальчик, 2014, 70 с.
7. Атаев П.Л. Резание материалов. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов специальности 120100 – «Технология машиностроения», Нальчик, 2003, 50 с.
8. Атаев П.Л. Резание материалов. Задания и методические указания к контрольным работам. Для специальности 151001 – «Технология машиностроения». Нальчик. 2006, 50с.
9. Зубарев Ю.М. Современные инструментальные материалы. М.: «ИТО», 2012, 224с.
12. Синельников В.А., Григорьев С.Н. Надежность и диагностика технологических систем. М.: МГТУ «СТАНКИН», 2003. 331 с.

7.3 Периодические издания

1. Машиностроение. Известия вузов.
2. Материаловедение и термическая обработка.
3. Технология металлов.
4. Проблемы машиностроения и надежность.
5. СТИН (станки и инструменты).
6. Стружка – журнал по металлообработке.

7.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.open.kbsu.ru> - Открытый университет.
2. [elibrary.altstu.ru/ elibrary/int.htm](http://elibrary.altstu.ru/elibrary/int.htm) - Образовательные ресурсы Интернета.
3. <http://lib-bkm.ru/load/2-1-0-20> - Библиотека машиностроителя.
4. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС «IPR book».
5. <http://www.viniti.ru> - РЖ ВИНТИ. Электронный Банк данных реферативных журналов ВИНТИ РАН по широкому спектру наук.
6. <http://www2.viniti.ru/> - электронный каталог научно-технической продукции.
7. <http://kontrol-stankov.com>.

7.5 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. <http://www.diss.rsl.ru> – ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки
2. <http://www.scopus.com> – Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии». Реферативная и аналитическая база данных
3. <http://elibrary.ru> – Электронная библиотека научных публикаций.
4. <http://polpred.com> – Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям
5. <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
6. <http://www.consultant.ru/> - справочно-правовая система Консультант Плюс
7. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

7.6 Методические указания к лабораторным занятиям

Перед выполнением лабораторной работы студенту необходимо самостоятельно подготовиться по имеющимся методическим указаниям к лабораторным работам, лекционным материалам, учебной литературе. Разобраться в контрольных вопросах, приводимых в методических указаниях в конце текста к каждой лабораторной работе. После выполнения работы студент составляет отчет на листах формата А4. Общепринятая структура отчета следующая: 1. Название работы. 2. Цель работы. 3. Задание и необходимое оборудование, оснастка, материалы. 4. Краткие теоретические и методические указания к выполняемой работе. 5. Выполнение лабораторной работы в соответствии с «Порядок выполнения работы». 6. Защита лабораторной работы.

Все лабораторные работы обеспечены методическими указаниями. имеется стенд с макетами металлорежущих инструментов. Лаборатория располагает учебно-демонстрационными плакатами по конструкциям металлорежущих инструментов с указанием геометрических параметров и некоторых элементов вспомогательного инструмента.

Методические указания к лабораторным работам приведены в списке «Основная литература».

7.8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

При проведении занятий лекций, практических занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES
- Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
- Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES

- 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешность обучения студентов в значительной мере определяется оснащённостью лаборатории современной технологической оснасткой, оборудованием и материалами.

№ работ ы	Материальное обеспечение лабораторной работы
1	Комплекты токарных, строгальных, долбежных, расточных, отрезных и резбовых резцов. Комплект угломеров. Учебно-демонстрационные плакаты. Макеты резцов. Штангенциркуль.
2	Комплект токарных резцов. Щеточный токосъёмник. Милливольтметр. Потенциометр. Тахометр. Штангенциркуль. Токарный станок.
3	Фрезерный станок. Однозубая фрезерная головка. Заготовки: сталь, латунь, свинец, штангенциркуль. Резцы с $\gamma=0^{\circ}, 10^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}$.
4	Токарный станок. Стальная заготовка. Двойной микроскоп акад. Линника. Образцы шероховатости ГОСТ 2789 – 79. комплект токарных резцов. Комплект угломеров. Штангенциркуль.
5	Токарный станок. Комплект токарных резцов. Заготовки из конструкционной стали, алюминия, силумина. Индикатор часового типа с ценой деления 0,01.
6	Вертикально-сверлильный станок. Заготовки. Динамометр. Комплект сверл. Угломеры. Штангенциркуль. Отсчетный микроскоп (МИР-2 или лупа МПБ-2)
7	Токарный станок. Заготовка. Динамометр. Комплект резцов. штангенциркуль. Приспособление для тарирования динамометра
8	Токарный станок. Заготовка. Резцы из быстрорежущей стали и (или) твердосплавные. Отсчётный микроскоп МИР-2. Секундомер. Металлическая линейка l=500 мм.
9	Токарный станок. Заготовка. Резцы из быстрорежущей стали и (или) с твердосплавными пластинками. Приспособление с индикатором часового типа для определения размерного износа.

9 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.