

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого

30.06. 2022 О.Д. Асенчик

Регистрационный № УД-24-60/уч.

РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 06 -2019 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы», учебных планов специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» специализации 1-53 01 06 01 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы в машиностроении» № I 53-1-05/уч. 05.02.2020; I 53-1-07/уч. 05.02.2021

СОСТАВИТЕЛЬ :

М.И. Михайлов, заведующий кафедрой «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технич. наук, профессор;
З.Я. Шабакеева, доцент кафедры «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технич. наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.А. Кафанов – директор ОАО «Гомельский завод станков и узлов»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», (протокол № 10 от 23.05.2022 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 20.06.2022г.); УД-РТ-036/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 28.06.2022г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Резание материалов и физико-химическая обработка» составлена на основании образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 06 -2019 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» и учебных планов специальности.

Цель преподавания дисциплины «Резание материалов и физико-химическая обработка», научить специалиста управлять процессами обработки материалов для достижения высокой производительности и требуемого качества обработанных деталей.

Задачи дисциплины - дать основные понятия обработки металлов и других материалов, научить специалиста успешно использовать полученные знания на практике в том числе в определении оптимальных режимов резания, процессов физико-химической обработки и формирования свойств поверхностей деталей машин, разработке оптимальных условий обработки с выполнением расчетов основных параметров резания и процессов физико-химической обработки.

Дисциплина «Резание материалов и физико-химическая обработка» входит в цикл дисциплин компонента учреждения образования.

В результате освоения учебной дисциплины «Резание материалов и физико-химическая обработка» студент должен:

знать:

- основные процессы резания материалов и физико-химической обработки;

- пути интенсификации и регулирования процесса резания материалов и физико-химической обработки;

- особенности различных процессов обработки материалов резанием (точения, фрезерования, шлифования, и физико-химической обработки);

уметь:

- использовать закономерности процесса резания для расчета режимов резания и выбора режущего инструмента для оборудования, используемого в робототехнических комплексах;

- оценить работоспособность режущего инструмента, используемого в оборудовании робототехнических комплексах;

- выполнить оптимизацию процесса резания;

владеть:

- механической и физико-химической обработок деталей машин;

- методами повышения интенсификации и регулирования процессов резания.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующей специализированной компетенции:

- знать процессы механической и физико-химической обработки материалов.

А также развивает ряд профессиональных компетенций:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- уметь работать в команде.

Дисциплина «Резание материалов и физико-химическая обработка» связана с дисциплинами «Инструментальные системы», «Технологическая оснастка», «Оборудование машиностроительного производства».

На изучение учебной дисциплины «Резание материалов и физико-химическая обработка» - отведено всего 120 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетные единицы.

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Форма получения высшего ' образования
	Дневная
Курс	3
Семестр	5
Лекции (час.)	34
Лабораторные занятия (час)	17
Всего аудиторных часов	51
Всего часов	120
Форма текущей аттестации	
Экзамен (семестр)	5

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел I. Разрушение – единая основа методов обработки

Тема 1.1. Виды разрушений материалов при обработке.

Кинематическое разрушение (организованное). Физико-химическое разрушение (организованное). Механическое разрушение (диспергирование). Тепловой вид разрушения. Химический вид разрушения.

Раздел II. Лезвийная обработка резанием материалов

Тема 2.1. Система резания материалов, ее элементы и структура.

Методы и виды резания. Особенности различных способов резания. Главные и вспомогательные движения при различных видах обработки резанием. Поверхности обработки. Система координатных плоскостей (статическая). Рабочая плоскость. Глубина резания, припуск, снимаемый слой и его размеры.

Тема 2.2. Геометрия режущего инструмента.

Направляющие векторы поверхности резания. Кинематическая, статическая и инструментальная системы координат, их назначение. Режущие инструменты, геометрические параметры режущих инструментов. Углы лезвия. Изменяемость и пересчет углов. Причины изменяемости углов в процессе резания.

Тема 2.3. Контактные процессы в зоне резания.

Срезаемый слой и его размеры, сечение срезаемого слоя и его площадь. Номинальное и действительное сечение. Процесс образования стружки и ее виды. Зависимость стружкообразования от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания и геометрии инструмента. Усадка стружки. Деформация металла при резании. Относительный сдвиг. Виды контактных процессов в зоне резания. Деформации и трение в зоне резания. Напряжения на контактных площадках режущего инструмента. Деформация и наклеп материала под обработанной поверхностью. Наростообразование при резании материалов. Физическая природа нароста, его основные параметры.

Тема 2.4. Силы резания.

Система сил, действующих на контактных поверхностях в процессе резания. Уравнения механики резания. Равнодействующая сила. Составляющие силы резания. Измерение сил резания. Факторы, влияющие на силу резания. Зависимость сил резания от свойств обрабатываемого материала. Работа и мощность резания при точении, фрезеровании, осевой обработки, протягивании, фрезеровании.

Тема 2.5. Тепловые явления при резании материалов.

Виды теплообмена в технологических системах. Теплообмен в твердых телах. Конвекция и тепловое излучение. Тепловые процессы при обработке материалов. Баланс теплоты при резании металлов. Методы исследования

тепловых потоков и температур в зоне резания. Законы распределения температур. Закон Фурье. Экспериментальные методы исследования температур. Воздействие теплоты на элементы технологической станочной системы. Влияние различных факторов на температуры резани. Оптимальная температура резания.

Раздел III. Абразивная обработка резанием материалов

Тема 3.1. Методы абразивной обработки.

Главные и вспомогательные движения при различных видах абразивной обработки резанием. Элементы физики процесса шлифования. Виды контактных процессов в зоне резания. Деформация и наклеп материала под обработанной поверхностью.

Тема 3.2. Тепловые процессы при абразивной обработке материалов.

Баланс теплоты при шлифовании металлов. Экспериментальные методы исследования температур при шлифовании металлов. Выбор режима резания при шлифовании. Выбор параметров абразивных инструментов.

Раздел IV. Работоспособность инструментов и инструментальные материалы

Тема 4.1. Требования, предъявляемые к режущему инструменту.

Работоспособность. Виды износа инструмента. Разрушение режущей части инструмента. Стойкость, прочность и надежность режущего инструмента. Понятие допустимой скорости инструмента.

Тема 4.2. Инструментальные материалы.

Виды инструментальных материалов, принципы маркирования, применяемые марки, химсостав. Основные свойства. Применение инструментальных материалов.

Раздел V. Формирование обработанной поверхности детали

Тема 5.1. Качество обрабатываемой поверхности детали

Понятие качества поверхностей деталей. Классификация обработанных поверхностей, методы их формообразования. Их особенности, применение и технико-экономическое обоснование. Удаляемые слои и шероховатость поверхности.

Раздел VI. Оптимизация резания

Тема 6.1. Критерии оптимальности режимов резания.

Оптимальная геометрия режущих инструментов и их влияние на процесс резания. Выбор углов лезвия для конкретных условий обработки. Расчет режима резания для одноинструментальной и многоинструментальной обработок резания. Определение оптимального режима резания.

Тема 6.2. Интенсификация и регулирование процесса резания

Резание с применением технологических сред. Разновидность сред и их

применение. Требования, предъявляемые к технологическим средам. Способы ввода технологических сред в процесс резания.

Тема 6.3. Резание инструментами с повышенными эксплуатационными свойствами.

Способы улучшения режущих свойств инструментов. Особенности физических процессов резания инструментами с покрытиями. Вибрационное резание.

Раздел VII. Физико-химические способы обработки материалов

Тема 7.1. Методы, технология и оборудование физико-химической обработки материалов.

Электроэрозионные методы: электроискровая обработка, электроимпульсионная обработка. Электромеханические методы обработки материалов: электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная, магнитоимпульсная, электрогидравлическая, ультразвуковая.

Тема 7.2. Лучевые методы: электролучевая, лазерная технология, плазменная. Поверхностные методы электрохимической обработки: электролитическое полирование, анодирование, пассивирование, гальванопластика. Размерные методы электрохимической обработки: анодно-механическая обработка, анодно-гидравлическая обработка. Технология, оборудование процессов.

Раздел VIII. Особенности обработки различных материалов

Тема 8.1. Обрабатываемость различных материалов и способы ее улучшения.

Основные характеристика обрабатываемости. Способы оценки обрабатываемости. Обрабатываемость конструкционных и инструментальных сталей, чугунов, цветных материалов сплавов, алюминиевых сплавов, титановых сплавов. Особенности обрабатываемости медных сплавов. Обрабатываемость жаростойких и жаропрочных сталей. Особенности резания пластмасс и керамических материалов. Способы улучшения обрабатываемости.

Раздел IX. Комплексные показатели процессов обработки.

Тема 9.1. Производительность процессов резания материалов и физико-химических методов обработки.

Энергоёмкость и экономичность процессов обработки.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	6	7	8	9
I	<i>Разрушение – единая основа методов обработки</i>	2				
1.1	Виды разрушений материалов при обработке	2				Э
II	<i>Лезвийная обработка резанием материалов</i>	10				
2.1	Система резания материалов, ее элементы и структура.	2	2			ЗЛР, Э
2.2	Геометрия режущего инструмента.	2	2			ЗЛР, Э
2.3	Контактные процессы в зоне резания.	2				Э
2.4	Силы резания	2	2			ЗЛР, Э
2.5	Тепловые явления при резании материалов.	2	2			ЗЛР, Э
III	<i>Абразивная обработка резанием материалов</i>	4				
3.1	Методы абразивной обработки.	2				Э
3.2	Тепловые процессы при абразивной обработке материалов.	2				Э

1	2	3	6	7	8	9
IV	Работоспособность инстру-ментов и инструментальные материалы	4				
4.1	Требования, предъявляемые к режущему инструменту	2				Э
4.2	Инструментальные материалы.	2				Э
V	Формирование обработанной поверхности детали	2				
5.1	Качество обрабатываемой поверхности детали	2				Э
VI	Оптимизация резания	4				
6.1	Критерии оптимальности режимов резания	2	4			ЗЛР, Э
6.2	Интенсификация и регулирование процесса резания	1				Э
6.3	Резание инструментами с повышенными эксплуатационными свойствами	1				Э
VII	Физико-химические способы обработки материалов	4				
7.1	Методы, технология и оборудование физико-химической обработки материалов	2	3			ЗЛР, Э
7.2	Лучевые методы: электролучевая, лазерная технология, плазменная	2				Э
VIII	Особенности обработки различных материалов	2				
8.1	Обрабатываемость различных материалов и способы ее улучшения	2	2			ЗЛР, Э
IX	Комплексные показатели процессов обработки	2				Э
9.1	Производительность процессов резания материалов и физико-химических методов обработки	2				Э

Сокращения : Э - экзамен; ЗЛР – защита лабораторных работ.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Ящерицын, П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Н.Э. Фельдштейн. - Мн.: Выш.шк., 2007. - 512 с.
2. Рыжкин, А.А. Обработка материалов резанием // А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Климов. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. - 411 с.

Дополнительная литература

3. Попок Н.Н. Теория резания: Учебное пособие / Н.Н. Попок. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 372 с.
4. Дечко, Э.М. Резание материалов и режущий инструмент / Э.М. Дечко, М.М. Дечко - Мн. : Вышэйшая школа, 2020. - 287 с.
7. Подураев, В.Н. Физико – химические методы обработки / В.Н. Подураев, В.С. Камалов. - М.: Машиностроение, 1973. – 346с.
8. Подураев, В.Н. Технология физико – химических методов обработки / В.Н. Подураев. - М.: Машиностроение, 1985. – 264с.
9. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Г.Л. Амитан [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1988. – 719с.
10. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий.
11. ГОСТ 25761-83. Виды обработки резанием. Термины и определения общих понятий.
12. Косилова, А.Е. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / А.Е.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985.
13. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы режимов резания для многоцелевых станков фрезерно-сверлильно-расточной группы. М. 1986.
14. Энтелес, С.Е. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / С.Е. Энтелес, Э.М. Берлинер. - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с.
16. Нефедов, Н.А. Практическое обучение в машиностроительных техникумах: учеб, пособие для учащихся машиностроительных техникумов / Н.А. Нефедов. - М.: Высшая школа, 1984.-271 с.
17. Суворов, А.А. Металлорежущие инструменты (атлас конструкций) / А.А. Суворов, Г.С. Зайдлин, Г.М. Стискин. - М.: Машиностроение, 1979. - 64с.

Перечень учебно-методической литературы

18. Шабакаева, З.Я. Теория резания. Электронный учебно-методический комплекс. / З.Я. Шабакаева, М.И. Михайлов, В.П. Кириленко. - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015 г. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/11226>.

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ, ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Для диагностики компетентности результатов учебной деятельности применяться следующие формы контроля:

- устная форма в виде собеседования на лабораторных занятиях;
- письменная форма в виде письменных отчетов по лабораторным занятиям;
- устно-письменная форма в виде экзамена.

Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- проведение текущих контрольных опросов по изучаемым темам;
- текущая аттестация по успеваемости;
- сдача экзамена.

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Информация по контролю качества усвоения знаний

Рубежный контроль знаний по дисциплине «Резание материалов и физико-химическая обработка» организуется в соответствии с учебным планом.

Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с лабораторными занятиями;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- выполнение студентами индивидуальных заданий во время проведения лабораторных занятий;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и других форм текущего контроля.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя.

В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой часть разделов лекционного материала описательного характера изучается самостоятельно по литературе, указанной в программе. Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний.

Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины рекомендуется применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Перечень тем лабораторных занятий

1. Исследование геометрических параметров инструмента и кинематики резания материалов.
2. Исследование сил резания
3. Исследование температуры в зоне резания.
4. Расчет режимов резания.
5. Исследование влияния свойств материала на его обрабатываемость.
6. Исследование физико-химических методов обработки.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-П0).

Перечень контрольных вопросов

1. Виды разрушений материалов при обработке. Кинематическое разрушение (организованное).
2. Физико-химическое разрушение (организованное). Механическое разрушение (диспергирование).
3. Тепловой вид разрушения. Химический вид разрушения.
4. Система резания материалов, ее элементы и структура.
5. Методы и виды резания. Особенности различных способов резания материалов.
6. Главные и вспомогательные движения при различных видах обработки резанием. Поверхности обработки.
7. Системы координатных плоскостей. Рабочая плоскость.
8. Углы лезвия и направлений скоростей движения.
9. Направляющие векторы поверхности резания
10. Кинематическая, статическая и инструментальные системы координат, их назначение.
11. Процесс образования стружки и ее виды.
12. Зависимость стружкообразования от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания и геометрии инструмента.
13. Усадка стружки. Деформация металла при резании. Относительный сдвиг.
14. Виды контактных процессов в зоне резания. Деформации и трение и в зоне резания.
15. Напряжения на контактных площадках режущего инструмента. Деформация и наклеп материала под обработанной поверхностью.
16. Наростообразование при резании материалов. Физическая природа нароста, его основные параметры.
17. Система сил, действующих на контактных поверхностях в процессе резания.
18. Уравнения механики резания. Равнодействующая сила. Составляющие силы резания.
18. Измерение сил резания
19. Факторы, влияющие на силу резания. Зависимость сил резания от свойств обрабатываемого материала.
20. Расчёт сил резания при точении, обработке отверстий и фрезеровании.
21. Работа и мощность резания при точении, фрезеровании, осевой обработки, протягивании, фрезеровании.
22. Виды теплообмена в технологических системах. Теплообмен в твердых телах. Конвекция и тепловое излучение.
23. Тепловые процессы при обработке материалов. Баланс теплоты при резании металлов.

24. Экспериментальные методы исследования температур.
25. Воздействие теплоты на элементы технологической станочной системы.
26. Влияние различных факторов на температуры резани. Оптимальная температура резания
27. Виды износа инструмента. Разрушение режущей части инструмента.
28. Стойкость, прочность и надежность режущего инструмента. Понятие допустимой скорости инструмента.
29. Виды инструментальных материалов, принципы маркирования, применяемые марки, химический состав.
30. Основные свойства и применение инструментальных материалов.
31. Формирование обрабатываемых поверхностей детали. Качество обрабатываемой поверхности детали
32. Классификация обработанных поверхностей, методы их формообразования. Их особенности, применение и технико-экономическое обоснование.
33. Механизм возникновения шероховатости поверхности. Удаляемые слои и шероховатость поверхности.
34. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства детали.
35. Глубина резания, припуск, снимаемый слой и его размеры. Срезаемый слой и его размеры, сечение срезаемого слоя и его площадь. Номинальное и действительное сечение.
36. Оптимизация резания. Критерии оптимальности режимов резания.
41. Оптимальная геометрия режущих инструментов и их влияние на процесс резания. Выбор углов лезвия для конкретных условий обработки.
42. Изменяемость и пересчет углов. Причины изменяемости углов в процессе резания.
43. Определение оптимального режима резания.
44. Расчет режима резания для одноинструментальной и многоинструментальной обработок резания.
45. Виды интенсификации и регулирования процесса резания.
46. Резание с применением технологических сред. Разновидность сред и их применение.
47. Требования, предъявляемые к технологическим средам. Способы ввода технологических сред в процесс резания.
48. Резание инструментами с повышенными эксплуатационными свойствами.
49. Способы улучшения режущих свойств инструментов. Особенности физических процессов резания инструментами с покрытиями.
50. Вибрационное резание. Физико-химические методы и виды обработки материалов.

51. Методы абразивной обработки. Главные и вспомогательные движения при различных видах абразивной обработки резанием.

52. Элементы физики процесса шлифования. Виды контактных процессов в зоне резания. Деформация и наклеп материала под обработанной поверхностью.

53. Тепловые процессы при абразивной обработке материалов. Баланс теплоты при шлифовании металлов.

54. Экспериментальные методы исследования температур при шлифовании металлов. Выбор режима резания при шлифовании.

55. Выбор параметров абразивных инструментов.

56. Электроискровая и электроимпульсная обработки материалов.

57. Электромеханические методы обработки материалов.

58. Поверхностные методы электрохимической обработки материалов.

59. Электролитическое полирование, анодирование.

60. Размерные методы электрохимической обработки (анодно-механическая, анодно-гидравлическая).

61. Обрабатываемость различных материалов. Основные характеристики обрабатываемости.

62. Способы оценки обрабатываемости материалов. Обрабатываемость конструкционных и инструментальных сталей.

63. Обрабатываемости чугунов и цветных металлов и сплавов.

64. Обрабатываемость жаростойких и жаропрочных сталей

65. Обрабатываемость алюминиевых и медных сплавов.

66. Обрабатываемость пластмасс. Способы улучшения обрабатываемости.

67. Производительность процессов резания материалов и физико-химических методов обработки.

68. Энергоёмкость и экономичность процессов обработки.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Технология роботизированного производства изделий электроники и машин	РТС	Нет М.И. Михайлов	
Инструментальные системы	РТС	Нет М.И. Михайлов	