

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных
производств»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ»

Направление: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Передовые производственные технологии

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Пашков Андрей Евгеньевич
Дата подписания: 05.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Пашков Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 05.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Савилов Андрей
Владиславович
Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Специальные методы обработки» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способность разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ПК-1.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.8	Разрабатывает технологии высокопроизводительной механообработки отверстий в машиностроительных изделиях в условиях современного производства	Знать основные требования к ответственным деталям и технологии их изготовления; основные понятия, связанные с ресурсом изделий и сопротивлением усталости, с влиянием поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей; основные методы конструктивно-технологического обеспечения ресурса деталей Уметь выбирать средства технологического оснащения (оборудование, оснастку и инструмент) для упрочнения деталей различных типов методами поверхностного пластического деформирования Владеть навыками проектирования технологических процессов упрочнения деталей методами поверхностного пластического деформирования

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Специальные методы обработки» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Технологии цифрового моделирования изделий и технологических процессов», «Аэрокосмические материалы», «Машиностроение и технологии производства»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация технологических процессов в машиностроении»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	60	60
лекции	15	15
лабораторные работы	15	15
практические/семинарские занятия	30	30
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	48	48
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Методы обработки ответственных деталей. Требования к ответственным деталям и технологии их изготовления	1	1							Тест
2	Ресурс изделий и сопротивление усталости	2	2							Тест
3	Поверхностный слой (ПС) и его влияние на эксплуатационные свойства деталей	3	3					5	8	Тест
4	Конструктивно-технологическое обеспечение ресурса деталей	4	2					1, 3	31	Тест

5	Методы отделочно-упрочняющей обработки наружных поверхностей вращения	5	3	1, 2, 3	7	1, 2, 10	9	4	2	Тест
6	Методы отделочно-упрочняющей обработки отверстий	6	2	4, 5	6	3, 4, 9	9	4	2	Тест
7	Методы отделочно-упрочняющей обработки плоскостей и поверхностей малой кривизны	7	2	6	2	5, 6, 7, 8	12	2, 4	5	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		15		15		30		84	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Методы обработки ответственных деталей. Требования к ответственным деталям и технологии их изготовления	Особо ответственные составные части изделий (ООСЧ). Однопутное нагружение. Критические места конструкции. Критические конструктивные и технологические параметры. Требования к СМК предприятий в части производства ООСЧ. Особо ответственные технологические процессы (ТП). Специальные ТП. Определение. Требования по оформлению. Аттестация специальных ТП. Аттестация оборудования и персонала. Паспортизация рабочих мест. Реализация специальных ТП
2	Ресурс изделий и сопротивление усталости	Определения надежности, долговечности и ресурса изделий. Усталость металлов. Определение. Основные проблемы. Особенности циклических нагрузок. Усталостные испытания. Кривая усталости. Предел выносливости. Основные понятия дислокационной теории деформации кристаллических тел. Стадии процесса накопления деформации и разрушения металлических материалов. Виды усталости (мало- и многоцикловая). Поведение материалов при циклическом нагружении
3	Поверхностный слой (ПС) и его влияние на эксплуатационные свойства деталей	Основные факторы влияния ПС на эксплуатационные свойства деталей. Определение ПС. Геометрические параметры ПС. Виды неровностей поверхности. Волнистость поверхности и ее влияние на эксплуатационные

		свойства детали. Шероховатость поверхности и ее влияние на эксплуатационные свойства детали. Адсорбированная зона ПС. Виды сорбционных явлений. Наводороживание и водородное охрупчивание. Зона химического взаимодействия ПС. Основные виды коррозии деталей. Основные виды коррозионных разрушений. Зона ПС с измененной структурой, фазовым и химическим составом. Факторы, влияющие на химический и фазовый состав и на физико-механическое состояние ПС после обработки деталей резанием или ППД. Результаты действия силового фактора в ПС: наклеп, эффект Баушингера, перенаклеп. Результаты действия температурного фактора в ПС: возврат, рекристаллизация. Остаточные напряжения (ОН). Определение и классификация ОН. Основные факторы формирования ОН. Теорема о разгрузке. Формирование ОН при упругопластическом изгибе. Формирование ОН при нагреве и охлаждении. Формирование ОН при дробеударной обработке. Формирование ОН при обработке резанием. Методы определения ОН
4	Конструктивно-технологическое обеспечение ресурса деталей	Влияние операций ТП на ресурс деталей. Качество ТП по критерию ресурса. Стабильность и надежность ТП. Влияние деформ. упрочнения ресурс деталей в зависимости от свойств материала. Влияние остаточных напряжений (ОН) на статическую и циклическую прочность деталей. Релаксация ОН. Влияние изменения величины энергии, запасенной в поверхностном слое, в связи с пластической деформацией на ресурс деталей. Концентрация напряжений. Теоретический и эффективный коэффициенты концентрации напряжений. Технологическая и эксплуатационная концентрация напряжений. Технологическая концентрация напряжений, формируемая процессами обработки, формообразования и правки. Твердые хрупкие пленки, как технологические концентраторы напряжений. Усталостно-опасные зоны деталей. Влияние ОН на внутреннюю энергию и сопротивление материала повреждению. Технологические средства обеспечения ресурса болтовых и заклепочных соединений Сущность процесса упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД). Особенности упрочнения ППД авиационных конструкций. Эффективность упрочнения ППД, как средства повышения усталости и коррозии. Классификация и характеристика основных процессов ППД. Сравнительный анализ и области применения

		методов ПДД. Особенности контроля процессов ППД. Разрывы между операциями
5	Методы отделочно-упрочняющей обработки наружных поверхностей вращения	Обкатывание поверхностей, виды и оснащение процесса. Сущность, разновидности процесса обкатывания. Инструмент, средства технологического оснащения процесса. Конструкция обкатников. Области рационального применения обкатывания, обрабатываемые поверхности и детали. Контроль процесса обкатывания. Технологические факторы и их влияние на характеристики качества. Кинематическая схема обкатывания, Зависимости характеристики качеств от режимов обработки. Применение процесса. Преимущества. Построение технологических операций процессом обкатывания круглых и плоских деталей. Рекомендуемые режимы обработки. Сущность и характеристика процесса. Классификация и разновидности процесса алмазного выглаживания. Инструмент и средств технологического оснащения. Обрабатываемые детали. Построение технологических операций с процессом алмазного выглаживания. Разновидности процесса: вибро- и ультразвуковое выглаживание. Параметры процесса алмазного выглаживания. Технологические факторы и их влияние на характеристики качества. Шероховатость после алмазного выглаживания. Упругое и жесткое выглаживание. Геометрическая точность деталей полученная алмазным выглаживанием. Напряженное состояние и микротвердость деталей после алмазного выглаживания. Рекомендуемые режимы обработки. Алмазное выглаживание покрытий
6	Методы отделочно-упрочняющей обработки отверстий	Раскатывание отверстий. Сущность, разновидности процесса раскатывания. Классификация инструмент, оборудование. Средства технологического оснащения процесса. Конструкция жестких раскатников. Разновидности, комбинированная обработка. Конструкция безсепараторных раскатников. Конструкции гидравлических, пневматических, центробежных и ударных раскатников. Их достоинства и недостатки. Область рационального использования. Крепление инструмента на станках, оснастка для раскатывания. Детали, подвергаемые раскатыванию. Технология обработки. Технологическая себестоимость. Кинематическая схема процесса раскатывания. Влияние технологических факторов на качество. Рекомендуемые режимы обработки. Контроль за

		процессом раскатывания. Дорнование отверстий. Сущность, схема процесса дорнования. Разновидности конструкций инструмента. Параметры процесса обработки. Разновидности процесса дорнования. Технология обработки отверстий. Влияние технологических факторов на характеристики качества. Зависимости шероховатости, микротвердости и остаточных напряжений от режимов обработки. Повышение долговечности деталей после дорнования
7	Методы отделочно-упрочняющей обработки плоскостей и поверхностей малой кривизны	Динамические способы поверхностного деформационного упрочнения: дробеударная обработка; виброударная обработка, виброабразивная обработка, пневмодинамическая обработка; обработка устройствами ротационного типа. Статические способы обработки: контактное вдавливание; выглаживание; накатывание; местное глубокое пластическое деформирование. Волновое деформационное упрочнение

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Обработка роликовым обкатником цилиндрических поверхностей	2
2	Обработка шариковым обкатником цилиндрических поверхностей	2
3	Обработка алмазным выглаживанием наружных цилиндрических поверхностей	3
4	Обработка упруго-жестким раскатником группы отверстий	3
5	Обработка жестким раскатником цилиндрического отверстия	3
6	Обработка плоских поверхностей обкатыванием	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Разработка технологического процесса обкатывания наружных поверхностей вращения	3
2	Разработка технологического процесса алмазного выглаживания наружных поверхностей вращения	3
3	Разработка технологического процесса раскатывания отверстий	3

4	Разработка технологического процесса дорнования отверстий	3
5	Разработка технологического процесса обкатывания плоских поверхностей	3
6	Разработка технологического процесса дробеударного упрочнения плоскостей и поверхностей малой кривизны	3
7	Разработка технологического процесса виброударного упрочнения плоскостей и поверхностей малой кривизны	3
8	Разработка технологического процесса пневмодинамического упрочнения плоскостей и поверхностей малой кривизны	3
9	Изучение конструкции и принципа работы установки дробемётного упрочнения УДП-2-2,5	3
10	Изучение конструкции и принципа работы установки виброударного упрочнения ВУД-2500	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	14
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	3
3	Подготовка к зачёту	17
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
5	Проработка разделов теоретического материала	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Лекция с ошибками, работа в команде

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Специальные методы обработки. Технологии обработки ответственных деталей:
Методические указания по проведению практических работ / А.Е. Пашков, Дияк А.Ю., Макарук А.А., Чапышев А.П.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Специальные методы обработки. Технологии обработки ответственных деталей:
Методические указания по проведению практических работ / А.Е. Пашков, Дияк А.Ю., Макарук А.А., Чапышев А.П.

Специальные методы обработки. Технологии поверхностного деформационного

упрочнения: Методические указания по проведению лабораторных работ / Казимиров Д.Ю. [Электронный вариант] Доступ через личный кабинет: <https://int.istu.edu/>

Специальные методы обработки. Технологии поверхностного деформационного упрочнения: Методические указания по проведению виртуальных лабораторных работ. / Казимиров Д.Ю., Пашков А.Е.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Пашков А.Е. Физико-технические методы обработки : учеб. пособие / А. Е. Пашков, 2005. - 200 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Тест

Описание процедуры.

Текущий контроль усвоения студентом пройденного материала проводится в форме выполнения тренировочных и обучающих тестов. Тесты в системе Moodle сформированы для каждой темы лекционного материала. В зависимости от формулировки вопроса (единственное или множественное число), возможен один правильный ответ или несколько правильных ответов. При ответе на вопросы теста, их можно пропускать, затем возвращаться к тем вопросам, на которые не даны ответы.

Критерии оценивания.

60%-100% тест пройден
менее 60 % тест не пройден

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.8	Демонстрирует уверенные навыки выбора методов, обработки и СТО для изготовления деталей с регламентированным ресурсом	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или ответы на контрольные вопросы Выполнение практического задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Процедура экзамена осуществляется на основе СТО от 30.06.2022 "015-2022 Учебно-методическая деятельность. Контроль успеваемости студентов" Экзамен проводится только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачётной книжки. Допуском к экзамену является выполнение и защита всех практических и лабораторных работ и прохождение всех тренировочных и обучающих тестов по разделам дисциплины. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий три вопроса. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задание

7 Основная учебная литература

1. Пашков А. Е. Физико-технические методы обработки : учеб. пособие / А. Е. Пашков, 2005. - 200.
2. Пашков А. Е. Физико-технические методы обработки : электронный курс / А. Е. Пашков, 2020
3. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для машиностроительных вузов / Ю. М. Зубарев, 2015. - 400.
4. Пашков А. Е. Специальные методы обработки. Обработка ответственных деталей : электронный курс / А. Е. Пашков, А. Ю. Дяк, Д. Ю. Казимиров, А. П. Чапышев, 2020 <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1402>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов по специальности 151001 направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. А. Маталин, 2008. - 511.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для вузов по спец. "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты" / А. А. Маталин, 1985. - 512.
3. Рыковский Борис Петрович. Местное упрочнение деталей поверхностным наклепом / Борис Петрович Рыковский, Виталий Алексеевич Смирнов, Геннадий Михайлович Щетинин, 1985. - 151.
4. Промптов А. И. Технологические остаточные напряжения : лекции / Александр Иннокентьевич Промптов, 1980. - 50.
5. Сулима Андрей Михайлович. Основы технологии производства газотурбинных двигателей : учеб. для вузов по специальности "Авиац. двигатели и энерг. установки" / А. М. Сулима, А. А. Носков, Г. З. Серебренников, 1996. - 479.
6. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А. Г. Суслов, 2000. - 317.
7. Суслов А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в" и направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" / А. Г. Суслов, 2004. - 397.
8. Пашков А. Е. Технологические связи в процессе изготовления длинномерных листовых деталей / А. Е. Пашков, 2005. - 138.
9. Серенсен С. В. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность / С. В. Серенсен; под ред. С. В. Серенсена, 1963. - 451.
10. Технологические остаточные напряжения / А. В. Подзей [и др.], 1973. - 216.
11. Школьник Л. М. Методика усталостных испытаний : справ. / Л. М. Школьник, 1978. - 302.
12. Схиртладзе А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств"... / А. Г. Схиртладзе, 2007. - 926.

13. Инженерия поверхности деталей : монография / А.Г. Суслов [и др.]; под ред. А.Г. Суслова, 2008. - 318.
14. Биргер И. А. Остаточные напряжения : монография / И. А. Биргер, 1963. - 232.
15. Данилов Ю. В. Практическое использование NX : учебное пособие / Ю. В. Данилов, И. А. Артамонов, 2011. - 331.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер ICore 2Duo E4600/2Gb/160/GF 256Mb/FDD/DVD-RW/Samsung LCD 19
2. Мультипроектор "BenQ MW621ST" с экраном
3. Проектор мультимедиа BenQ MW621ST(с экраном 3*3 м)
4. Наст.экран Luma 152*203
5. Сканер лазерный LPX-600 DS,3D
6. станок токарно-винторезный 1K62
7. Универсальный 2-осевой токарный обрабатывающий центр с системой числового программного управления с осью C DMG NEF 400V3
8. Станок плоскошлифовальный марки ЗГ 71М
9. Комплекс механического инструмента д/поверхностного пластического деформирования
10. Однораликовый обкатывающий инструмент EG95-40М фирмы ECOROLL
11. Инструмент для поверхностного упрочнения: роликовый обкатник, шариковый обкатник, роликовый раскатник, дорн (деформирующая протяжка), упругая оправка для

выглаживания, сменные алмазные инденторы, упрочнитель для центробежно-ударной обработки

12. Оборудование, предоставляемое Иркутским авиационным заводом: Установка дробеударного формообразования контактного типа с ЧПУ УДФ-4 Установка дробеударного упрочнения УДП-2-2,5 Установка виброударного упрочнения ВУД-2500 Установка местного пластического деформирования деталей с ЧПУ УМПД-2