Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых
инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

ПРОГРАММА
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине - Сварка,
родственные процессы и технологии

2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии»

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 10-03-2026 18:47:07 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цель экзамена по учебной дисциплине

Целью экзамена по учебной дисциплине является оценивание результатов освоения аспирантами учебной дисциплины.

2 Планируемые результаты освоения учебной дисциплины

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на достижение следующих **образовательных результатов**:

Код и наименование ОР3	Планируемые результаты обучения
ОР3: использует современные методы и технологии для описания и прогнозирования сварочных процессов	– знать: основные современные методы и технологические процессы при производстве металлов и сплавов, а также основные способы сварки. – уметь: ориентироваться в структуре основных металлургических методов и технологий сварочных процессов, различать основные технологические сварочные процессы.

3 Объем и содержание экзамена по учебной дисциплине

Объем экзамена по учебной дисциплине

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Трудоёмкость	*академ. час.*	***18***	*18*
Лекции, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание экзамена по учебной дисциплине

Раздел 1 Характеристики основных видов сварки (Плавящиеся и неплавящиеся электроды. Ручная дуговая сварка. Полуавтоматическая и автоматиче-ская сварка. Сварка под флюсом. Сварка в среде защитных газов. Сварка с контролируемой атмосферой. Сварка сжатой дугой (плазменная сварка). Материалы для сварки. Электрошлаковая сварка. Схема процесса. Принцип сварки и условия использования.

Электронно-лучевая сварка. Лазерная сварка. Сварка в особых условиях. Сварка под водой. Сварка при низких температурах);

Раздел 2 Технологии наплавки (Выбор состава наплавляемого материала при различных показателях износа оборудования. Порошковые проволоки и технологии их применения);

Раздел 3 Физико-химические и металлургические процессы при сварке плавлением (Шлаковая защита при сварке. Формирование шлаковой защиты сварочной ванны при дуговой сварке. Шлаковые системы. Особенности металлургических процессов при дуговой сварке под слоем плавленых и керамических флюсов. Влияние параметров режима сварки на развитие металлургических процессов при сварке под флюсом. Выбор флюса для удаления вредных примесей и защиты от газов. Особенности металлургических процессов при сварке под флюсами различного состава. Сварка в защитных газах и смесях. Металлургические процессы при сварке стали в струе CO2, аргоне, смеси газов. Влияние парамет-ров режима сварки. Влияние состава газовой смеси на качество сварного шва);

Раздел 4 Свариваемость металлов и факторы ее определяющие (Свариваемость углеродистых конструкционных сталей. Свариваемость низко- и средне-легированных сталей. Свариваемость высоколегированных сталей. Свариваемость инструментальных сталей высокой твердости. Свариваемость чугунов. Свариваемость никеля и его сплавов. Свариваемость алюминия и его сплавов. Свариваемость титана и его сплавов. Свариваемость тугоплавких и активных металлов. Свариваемость нержавеющих сталей с перлитными сталями. Свариваемость стали с никелем и его сплавами. Свариваемость стали с активными и тугоплавкими металлами. Выбор вида сварки в связи с технологической свариваемостью. Основные принципы выбора сварных материалов для различных случаев сварки. Принципы выбора рациональных режимов сварки различных конструкций);

Раздел 5 Виды износа деталей и выбор состава наплавленного металла (Классификация наплавленного металла, виды износа: абразивный износ; газообразивный износ; гидрообразивный износ; кавитационная эрозия; термическая усталость; износ при трении металла о металл);

Раздел 6 Формирование химического состава наплавленного металла (Общая схема формирования химического состава наплавленного металла, методы легирования наплавленного металла при ручной дуговой наплавке и наплавке открытой дугой, легирование наплавленного металла при электродуговой наплавке под слоем флюса);

Раздел 7 Наплавочные материалы (Штучные наплавочные электроды с покрытием, флюсы для наплавки, электродные проволоки и ленты сплошного сечения, порошковые проволоки и ленты,

металлокерамическая лента для наплавки, металлические порошки для наплавки, литая лента и прутки);

Раздел 8 Техника наплавки (Производительность наплавки и регулирование доли участия основного металла в формировании металла шва, классификация наплавляемых поверхностей, особенности наплавки тел вращения, особенности наплавки плоских поверхностей, наплавка деталей сложной формы);

Раздел 9 Технология наплавки металла различного состава (Наплавка нелегированных и низколегированных сталей, наплавка аустенитного высоко-марганцевого металла, наплавка аустенитного хромо-никелевого ме-талла, наплавка хромистых сталей, наплавка высокохромистых специальных чугунов, наплавка кобальтовых и никелевых сплавов, наплавка карбидных сплавов, наплавка хромовольфрамовых быстрорежущих сталей, наплавка меди и сплавов на ее основе).

4 Форма проведения экзамена по учебной дисциплине, оценочные средства, шкала и критерии оценивания

Экзамен по учебной дисциплине проводится в устной форме, позволяющей оценить результаты освоения учебной дисциплины.

Оценивание результатов освоения учебной дисциплины осуществляется на основе следующей оценочной шкалы:

Оценивание аспирантов на экзамене

Требования к знаниям	Оценка
Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию образовательных результатов.	отлично
Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.	хорошо
Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать	удовлетворительно

Требования к знаниям	Оценка
теорию вопроса с практикой.	
Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.	неудовлетворительно

Вопросы к экзамену по учебной дисциплине приведены в приложении.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение экзамена по учебной дисциплине

а) литература:

1 Михайлицын, С. В. Основы сварочного производства : учебник / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 261 с. – ISBN 978-5-9729-0381-8. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564310 (дата обращения: 10.02.2026);

2 Тимошенко, В. П. Ручная дуговая сварка : учебное пособие / В.П. Тимошенко, М.В. Радченко. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 264 с. – ISBN 978-5-9729-0623-9. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618040 (дата обращения: 10.02.2026);

3 Черепахин, А. А. Технология конструкционных материалов. Сварочное производство : учебник для вузов / А.А. Черепахин, В.М. Виноградов, Н.Ф. Шпунькин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 269 с. – ISBN 978-5-534-07041-5. – URL: https://urait.ru/bcode/537655 (дата обращения: 10.02.2026);

4 Катаев, Р. Ф. Технология конструкционных материалов: теория и технология контактной сварки : учебное пособие для вузов / Р.Ф. Катаев, В.С. Милютин, М.Г. Близник, М.П. Шалимов. – Москва : Юрайт, 2022. – 146 с. – ISBN 978-5-534-10116-4. – URL: https://urait.ru/bcode/492214 (дата обращения: 10.02.2026);

5 Гладков, Э.А. Управление процессами и оборудованием при сварке : учебное пособие для вузов / Э.А. Гладков. – Москва : Academia, 2006. – 430 с. : ил. – (Высшее профессиональное образование).;

6 Козырев, Н. А. Ручная дуговая сварка : учебное пособие для вузов / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, С. Г. Рудаков ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=70&lngEdition=3043&lngFile=3000&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 10.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

6 Материально-техническое обеспечение экзамена по учебной дисциплине

Материально-техническое обеспечение экзамена включает учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

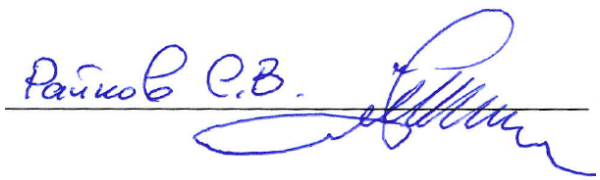
Программа промежуточной аттестации по учебной дисциплине составлена в соответствии с **федеральными государственными требованиями** к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Составитель(и):

проректор по научной и инновационной деятельности Коновалов Сергей Валерьевич (кафедра механики и машиностроения).

Программа промежуточной аттестации рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Генеральный директор
ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент



Приложение

Вопросы к экзамену по учебной дисциплине для промежуточной аттестации

1. Плавящиеся и неплавящиеся электроды. Ручная дуговая сварка. Полуавтоматическая и автоматическая сварка.
2. Сварка под флюсом. Сварка в среде защитных газов. Сварка с контролируемой атмосферой. Сварка сжатой дугой (плазменная сварка).
3. Материалы для сварки. Электрошлаковая сварка. Схема процесса. Принцип сварки и условия использования.
4. Электронно-лучевая сварка. Лазерная сварка.
5. Сварка в особых условиях. Сварка под водой. Сварка при низких температурах.
6. Выбор состава наплавляемого материала при различных показателях износа оборудования. Порошковые проволоки и технологии их применения.
7. Шлаковая защита при сварке. Формирование шлаковой защиты сварочной ванны при дуговой сварке. Шлаковые системы.
8. Особенности металлургических процессов при дуговой сварке под слоем плавленых и керамических флюсов.
9. Влияние параметров режима сварки на развитие металлургических процессов при сварке под флюсом. Выбор флюса для удаления вредных примесей и защиты от газов.
10. Особенности металлургических процессов при сварке под флюсами различного состава.
11. Сварка в защитных газах и смесях. Металлургические процессы при сварке стали в струе CO2, аргоне, смеси газов. Влияние параметров режима сварки. Влияние состава газовой смеси на качество сварного шва.
12. Свариваемость углеродистых конструкционных сталей. Свариваемость низко- и среднелегированных сталей.
13. Свариваемость высоколегированных сталей. Свариваемость инструментальных сталей высокой твердости.
14. Свариваемость чугунов. Свариваемость никеля и его сплавов.
15. Свариваемость алюминия и его сплавов. Свариваемость титана и его сплавов. Свариваемость тугоплавких и активных металлов.
16. Свариваемость нержавеющих сталей с перлитными сталями. Свариваемость стали с никелем и его сплавами. Свариваемость стали с активными и тугоплавкими металлами.
17. Выбор вида сварки в связи с технологической свариваемостью. Основные принципы выбора сварных

материалов для различных случаев сварки. Принципы выбора рациональных режимов сварки различных конструкций.

18. Ручная дуговая наплавка, автоматическая наплавка под слоем флюса, механизированная наплавка открытой дугой и в защитных газах, вибродуговая наплавка, электрошлаковая наплавка, индукционная наплавка, плазменная и плазменно-дуговая наплавка, наплавка взрывом и печная наплавка композиционных сплавов.
19. Классификация наплавленного металла, виды износа: абразивный износ; газообразивный износ; гидрообразивный износ; кавитационная эрозия; термическая усталость; износ при трении металла о металл.
20. Общая схема формирования химического состава наплавленного металла, методы легирования наплавленного металла при ручной дуговой наплавке и наплавке открытой дугой, легирование наплавленного металла при электродуговой наплавке под слоем флюса.
21. Штучные наплавочные электроды с покрытием, флюсы для наплавки, электродные проволоки и ленты сплошного сечения, порошковые проволоки и ленты, металлокерамическая лента для наплавки, металлические порошки для наплавки, литая лента и прутки.
22. Производительность наплавки и регулирование доли участия основного металла в формировании металла шва, классификация наплавляемых поверхностей, особенности наплавки тел вращения, особенности наплавки плоских поверхностей, наплавка деталей сложной формы.
23. Наплавка нелегированных и низколегированных сталей, наплавка аустенитного высокомарганцевого металла, наплавка аустенитного хромо-никелевого металла.
24. Наплавка хромистых сталей, наплавка высокохромистых специальных чугунов.
25. Наплавка кобальтовых и никелевых сплавов, наплавка карбидных сплавов.
26. Наплавка хромовольфрамовых быстрорежущих сталей, наплавка меди и сплавов на ее основе.