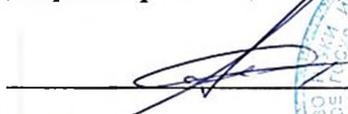


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
(КНЦ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФИЦ КНЦ СО РАН



А.А. Шпедт

« 15 » января 2022г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды»**

Научная специальность:

**2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды»**

Отрасль наук:

технические, физико-математические науки

Красноярск 2022

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена разработана на кафедре фундаментальных дисциплин и методологии науки факультета подготовки кадров ФИЦ КНЦ СО РАН в соответствии со следующими документами:

- Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;
- Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;
- Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФИЦ КНЦ СО РАН;
- Порядком сдачи кандидатских экзаменов и прикрепления лиц к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов;
- Паспортом научной специальности.

Цель проведения экзамена: оценить уровень знаний, умений и навыков в области методов и приборов контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Экзамен по специальной дисциплине должен выявить уровень теоретической и профессиональной подготовки экзаменуемого, знание общих концепций и методологических вопросов данной науки, истории ее формирования и развития, фактического материала, основных теоретических и практических проблем данной отрасли знаний.

К кандидатскому экзамену допускаются лица, прикрепленные к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, и аспиранты, обучающиеся в ФИЦ КНЦ СО РАН по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – экзаменуемые).

Кандидатский экзамен по дисциплине «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» проводится по билетам. Экзаменационный билет включает в себя три теоретических

вопроса по данной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2 Содержание программы кандидатского экзамена

1. Предмет и задачи дисциплины

Введение

Предмет и задачи дисциплины «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Связь с другими дисциплинами. Связь с технологическими и природными процессами.

Основы теории измерений

Метрология. Стандартизация. Требования к средствам контроля и их характеристики. Статические характеристики. Динамические характеристики. Воспроизводимость измерений. Быстродействие средств измерений. Статистические методы обработки данных. Классификация метода. Метод обработки результатов с грубыми погрешностями. Метод обработки совокупных и совместных измерений. Погрешность результатов измерений. Погрешность средств измерений. Основные требования к приборам контроля и их характеристики. Элементы современных приборов. Приборы контроля с микропроцессорами.

2. Методы контроля основных параметров окружающей среды

Основные методы измерения температуры ОС

Основные понятия: температурные шкалы, термодинамическая шкала Кельвина, шкала Цельсия. классификация приборов для измерения температур. Манометрические термометры: газовые, жидкостные, конденсационные. Термоэлектрический эффект, термоэлектрические преобразователи, термоэлектрические материалы. Термометры сопротивления. Пирометры излучения.

Основные методы измерения давления

Основные понятия. Единицы давления. Классификация приборов для измерения давления. Жидкостные приборы: приборы с видимым уровнем, приборы без видимого уровня. Приборы с деформационными чувствительными элементами: приборы с трубчатыми пружинами, мембранные и сильфонные приборы. Электрические манометры и вакуумметры.

Полупроводниковые датчики давления

Тензорезистивный эффект в полупроводниках. Первичные тензопреобразователи. Классификация интегральных тензопреобразователей давления. Классификация структур интегральных тензопреобразователей. Основные технологические этапы изготовления интегральных

тензопреобразователей. Принципы размещения тензорезисторов на мембранах кремниевых интегральных тензопреобразователей давления. Функция преобразования тензопреобразователей давления.

Измерения количества и расхода

Основные понятия; единицы измерения. Объемные счетчики для жидкостей, скоростные счетчики для жидкостей. Счетчики количества газов. Расходомеры переменного перепада давления. Основы теории. Стандартные сужающие устройства. Расходомеры динамического давления. Расходомеры косвенного перепада давления. Бесконтактные расходомеры: электромагнитные расходомеры, ультразвуковые расходомеры, калориметрические расходомеры. Применение полупроводниковых сенсоров для измерения расхода. Измерения уровня жидкости и сыпучих тел: Указательные стекла, поплавковые уровнемеры, гидростатические уровнемеры, электрические уровнемеры, ультразвуковые и акустические уровнемеры. Уровнемеры для сыпучих тел.

3. Методы измерения состава газов

Измерение влажности газов и сыпучих материалов

Единицы измерения влажности. Измерение влажности газов. Психрометрический метод. Метод точки росы. Сорбционные методы. Измерение влажности твердых и сыпучих материалов. Кондуктометрический метод. Диэлькометрический метод. Сверхвысокочастотный метод. Оптический метод. Метод ядерного магнитного резонанса. Термовакuumный и теплофизический методы.

Микроэлектронные сенсоры химического состава

Теоретические основы взаимодействия газовой фазы с поверхностью полупроводников. Конструкция сенсоров. Материал газочувствительного слоя. Конструкции датчиков. Измерение влажности с помощью микроэлектронных датчиков. Кулонометрические датчики. Сорбционно-импедансные датчики. Пьезосорбционные датчики.

4. Автоматические системы контроля окружающей среды

Автоматические системы контроля окружающей среды

Задачи автоматического контроля ОС. Структура приборов автоматического контроля. Приборы для автоматического контроля водной и воздушной среды.

Методы дистанционного контроля окружающей среды

Физические основы метода. Радиолокационное зондирование. Лидарное зондирование. Чувствительность, точность и избирательность методов. Современное состояние и перспективы метода. Применение геоинформационных систем для контроля ОС.

Модуль 2. Инструментальные методы анализа. Высокочувствительные методы анализа

5. ИМА. Оптические методы анализа

Инструментальные методы анализа (ИМА)

Основные определения. Классификация ИМА. Чувствительности и селективность ИМА. Воспроизводимость ИМА. Метод определения концентрации в ИМА. Метод стандарта, метод добавок, метод аналитических факторов. Аналитические приборы ИМА, их особенности.

Оптические методы анализа растворов

Классификация оптических методов анализа. Теоретические основы спектральных методов анализа. Фотоэлектрические рефрактометры. Абсорбционно-оптический метод. Люминесцентный метод. Поляризационно-оптический метод. Нефелометрия и турбидеметрия. Фотометрическое титрование.

Оптико-адсорбционный метод анализа газов

Физические основы и методы. Газоанализаторы ИК поглощения. Газоанализаторы УФ поглощения.

6. Электрохимические методы анализа

Электрохимические методы анализа

Кондуктометрические методы анализа: основы теоретической кондуктометрии, контактные кондуктометрические приборы, бесконтактная низкочастотная кондуктометрия, высокочастотная кондуктометрия. Интегральный метод измерения электрической проводимости. Высокочастотное титрование. Потенциометрический метод анализа: физико-химические основы метода, измерительная ячейка для потенциометрии. Приборы для потенциометрических измерений. Вольтамперометрия. Классические полярографы. Дифференциальная полярография. Амперометрическое титрование. Кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Потенциостатическая кулонометрия.

7. Хроматография и масс-спектрометрия

Хроматографический метод анализа

Теоретические основы хроматографии. Газожидкостная хроматография. Параметры хроматограммы. Качественный газохроматографический анализ. Количественный газохроматографический анализ. Аппаратура.

Масс-спектрометрический метод анализа

Теоретические основы масс-спектрометрии. Основные компоненты масс-спектрометра. Ионизация. Масс-анализаторы. Детектор. Аналитические приборы.

8. Рентгеновские методы анализа

Рентгеновские методы анализа

Рентгенофазовый метод анализа. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия

Диэлькометрический и радиоизотопный методы анализа

Теоретические основы метода. Чувствительные элементы. Преимущества и недостатки.

3. Перечень вопросов к кандидатскому экзамену по дисциплине «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

1. Требование к средствам измерения и их характеристика.
2. Элементы современных приборов. Приборы с микропроцессорами.
3. Статистические методы обработки данных. Классический метод.
4. Метод обработки совокупных и совместных измерений.
5. Температурные измерения. Температурные шкалы. Классификация приборов для измерения температур.
6. Манометрические термометры. Термоэлектрический эффект.
7. Термометры сопротивления.
8. Пирометры излучения.
9. Измерение давления. Классификация приборов для измерения давления.
10. Жидкостные манометры. Приборы с деформационными чувствительными элементами.
11. Мембранные и сильфонные трубки. Вакуумметры.
12. Измерение количества и расхода. Счетчики жидкости и газа.
13. Расходомеры переменного перепада давления.
14. Другие методы измерения расхода жидкости и газа.
15. Измерение уровня жидкостей и сыпучих тел.
16. Простые уровнемеры для жидких и сыпучих тел.
17. Поплавковые уровнемеры.
18. Электрические уровнемеры.
19. Радиоизотопные и акустические уровнемеры.
20. Причины тензорезистивного эффекта в полупроводниках.
21. Продольный тензорезистивный эффект. Значение продольных коэффициентов пьезосопротивления для кремния.
22. Первичные тензопреобразователи. Тензорезисторы и тензодиоды.
23. Историческое развитие структуры тензопреобразователей.
24. Классификация тензопреобразователей.
25. Размещение тензорезисторов на мембранах полупроводниковых интегральных тензопреобразователей давления.
26. Функция преобразования тензопреобразователей давления.
27. Примеры интегральных тензопреобразователей.

28. Методы определения концентрации в инструментальных методах анализа.
29. Спектры излучения и поглощения вещества.
30. Причины возникновения спектров в УФ-спектре.
31. Характеристики спектров.
32. Спектры излучения и поглощения вещества.
33. Причины возникновения спектров в видимой, ИК-областях. Характеристики спектров поглощения.
34. Законы светопоглощения: закон Бугера-Ламберта-Бера.
35. Приборы фотоколориметрического анализа.
36. Инструментальные методы анализа (ИМ). Классификация ИМ.
37. Чувствительность, селективность и правильность инструментальных методов анализа.
38. Масс-спектрометрический метод анализа. Основные принципы.
39. Виды метода (с разделением ионов в магнитном поле, времяпролетный).
40. Масс-спектрометрия. Составные части масс-спектрометров и их назначение.
41. Атомно-эмиссионная спектроскопия.
42. Приборы атомно-эмиссионного анализа.
43. Атомно-абсорбционный анализ. Приборы атомно-абсорбционного анализа.
44. Хроматографические методы анализа. Параметры хроматограмм.
45. Газожидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода.
46. Качественный и количественный хроматографический анализ.
47. Аппаратура хроматографического анализа.
48. Хромато-масс-спектрометрия.
49. Технические параметры сенсоров газов.
50. Достоинства и недостатки сенсоров газов, основанных на полупроводниковых пленках неорганических материалов.
51. Опишите, чем отличаются сенсоры, датчики и первичные преобразователи.
52. Опишите кривые отклика сенсоров газов.
53. Типовые конструкции сенсоров газов и их параметры.
54. Какие подложки применяются для сенсоров газов на полупроводниковых пленках неорганических материалов.
55. Опишите многосенсорные структуры. В чем их преимущества и недостатки.
56. Что из себя представляют сенсоры газа на ПАВ.
57. Что из себя представляют сенсоры газа чувствительные к изменению массы.
58. Что из себя представляют оптоволоконные сенсоры газа

4. Критерии оценивания ответа

Отлично	Полно раскрыто содержание вопросов; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, правильно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.
Хорошо	Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом может иметь следующие недостатки: в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа допущены один -два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию
Удовлетворительно	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.
Неудовлетворительно	Имели место существенные упущения при ответах на все вопросы билета или полное несоответствие по более чем 50% материала вопросов билета

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

5.1 Основная литература

1. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. 4: Методы и средства измерения состава и свойств веществ / А.Г. Дивин; С.В. Пономарев - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 104 с. То же [Электронный ресурс]. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277932>
2. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. 1 / А.Г. Дивин; С.В. Пономарев - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ », 2011. - 104 с. То же [Электронный ресурс]. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277964>

5.2. Дополнительная литература

1. Нор П. Е. Спектральные методы контроля качества окружающей среды: учебное пособие / П.Е. Нор; Минобрнауки России; Омский государственный технический университет - Омск: Издательство ОмГТУ, 2/*-017. - 107 с.
2. Смирнов Г. В. Приборы и датчики экологического контроля: учебное пособие / Г.В. Смирнов; В.С. Солдаткин; В.И. Туев - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 117 с.

5.3 Интернет ресурсы

1. Scopus, база данных рефератов и цитирования, <http://www.scopus.com>.
2. ScienceDirect (Elsevier), база данных научного цитирования, естественные науки, техника, медицина и общественные науки, <http://www.sciencedirect.com>.
3. :Web of Science Core Collection – международная междисциплинарная база данных научного цитирования, <http://www.webofknowledge.com>.
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ», <http://e.lanbook.com>.
5. Университетская библиотека ONLINE, электронно-библиотечная система, <http://biblioclub.ru/>.
6. Образовательная платформа - электронно-библиотечная система издательства «Юрайт», <https://urait.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система Znanium.com, <http://www.znanium.com>.
8. Центральная Научная Библиотека имени Н.И. Железнова, <http://www.library.timacad.ru>.
9. United Nations Environment Program: www.unep.org.
10. eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/>.
11. Национальная электронная библиотека, <https://rusneb.ru/>.
12. Электронная библиотека IOP Science дома научного контента от IOP Publishing, <http://iopscience.iop.org/>.
13. Электронная библиотека SPIE. Digital library, <http://spiedigitallibrary.org/>.
14. Архив научных журналов Министерства образования и науки Российской Федерации, <http://archive.neicon.ru/xmlui/>.
15. Библиотека издательства Annual Reviews, библиотека журналов <http://www.annualreviews.org>.
16. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований, <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>.
17. Центральная научная библиотека ФИЦ КНЦ СО РАН, <http://cnb.krasn.ru>.
18. Электронная библиотека Nature, <http://www.nature.com>.
19. Электронная библиотека Science, <http://www.sciencemag.org>.

- 20.База данных научного цитирования издательства Taylor&Francis Group, <http://www.tandfonline.com/>.
- 21.Онлайн-библиотека Wiley Online Library, <http://onlinelibrary.wiley.com>.
- 22.Электронная библиотека журналов открытого доступа ACS Publications, <http://pubs.acs.org/>.
- 23.Электронная библиотека журналов Американского физического общества APS physics, <http://publish.aps.org>.
- 24.Электронно-библиотечная система Scitation, издательство AIP Publishing Books, <http://scitation.aip.org/>.
- 25.Цифровой образовательный ресурс – электронная библиотечная система IPR SMART, <http://www.iprbookshop.ru/>.
- 26.Библиотека издательства Oxford Academic, <http://www.oxfordjournals.org>.
- 27.Справочная библиотека издательства Oxford University Press, цифровая платформа Oxford Reference, <http://www.oxfordreference.com>.
- 28.Электронная система исследовательских журналов мирового уровня открытого доступа SAGE journals, <http://online.sagepub.com/>.

Согласовано:

Заведующий кафедрой фундаментальных
дисциплин и методологии науки



В.В. Минеев

Заведующий аспирантурой



Е.В. Нефедова

Декан факультета подготовки кадров



А.Н. Кокорин