

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(УдмФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор УдмФИЦ УрО РАН,
доктор физико-математических наук
М.Ю. Альес
«10» _____ 2018 г.



Рабочая программа дисциплины
Физико-химические свойства металлических расплавов

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

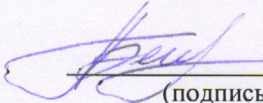
Форма обучения
очная

Ижевск

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867, программой-минимум по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики», паспортом специальности научных работников 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»; учебным планом ООП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (далее УдмФИЦ УрО РАН) по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Составитель рабочей программы:

С.н.с., к.ф.-м.н.


_____ А.Л. Бельтюков
(подпись)

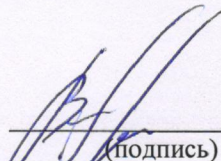
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Президиума Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН.

Протокол № 7 от 03.04 2018 г.

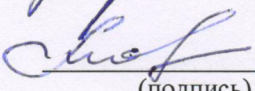
Глав.ученый секретарь _____ Поздеев И.Л.
(подпись)

Согласовано:

Первый заместитель директора
по естественно - научному направлению, д.ф.-м.н.


_____ В.Ю. Трубицын
(подпись)

Зав. аспирантурой, к.ф.-м.н.


_____ М.Ю. Лебедева
(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - формирование у обучающихся углубленных теоретических знаний о физико-химических свойствах расплавов и методах их изучения.

Задачи:

1. Сформировать у аспиранта представление о физико-химических свойствах металлических расплавов, взаимосвязи свойств жидких и твердых металлов;
2. Ознакомить обучающихся с современными методами исследований физико-химических свойств металлических расплавов;
3. Научить обучающихся применять полученные знания на практике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Физико-химические свойства металлических расплавов» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Образовательные дисциплины (модули)» направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия направленности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики». Дисциплина необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и изучается на 3 курсе.

Для изучения данной дисциплины аспирантам необходимо иметь знания по высшей математике, общей физике, физике конденсированного состояния.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические свойства металлических расплавов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия:

ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Знать:

- передовые достижения в области научных интересов, современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности З1(ОПК-1);
- методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач З3(ОПК-1);
- методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования З4(ОПК-1).

Уметь:

- анализировать известные результаты в предметной области, формулировать актуальные проблемы У1(ОПК-1);
- самостоятельно выполнять экспериментальные, вычислительные физические исследования при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств У3(ОПК-1).

Владеть:

- знаниями о современном состоянии исследований, методами и подходами решения научных задач в предметной области В1(ОПК-1);
- способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты исследований В4(ОПК-1).

ПК-1 Способность самостоятельно проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества

Знать:

- современные базовые и специализированные теоретические представления о природе вещества в конденсированных веществах 31(ПК-1)
- актуальные проблемы и приоритетные направления исследований в области физики конденсированного состояния 32(ПК-1)
- современные методы и подходы для решения теоретических и экспериментальных задач в области физики конденсированного состояния вещества 33(ПК-1).

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания, знания основ физического эксперимента в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния вещества У2(ПК-1).
- выбирать и применять адекватные экспериментальные / расчетно-теоретические методы исследований У3(ПК-1).

Владеть:

- научной терминологией, понятийным аппаратом, основами математического описания физических явлений, основами физического эксперимента В1(ПК-1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕ), 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Аудиторная работа (всего):	40
в т. числе:	
Лекции	34
Практические занятия (ПЗ)	6
Семинары (С)	
Самостоятельная работа и(или) другие виды самостоятельной работы	68
Вид итогового контроля	Зачет
Зачет	36

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость в часах	Лекции	ПЗ	СР
1	Экспериментальные методы изучения физико-химических свойств металлических расплавов	50	12	6	32
2	Физико-химические свойства чистых жидких металлов. Влияние легирующих элементов на свойства жидких металлов.	18	8	0	10
3	Физические свойства расплавов металлургического производства	16	6	0	10
4	Взаимодействие жидких металлов	12	4	0	8

	с конструкционными материалами.				
5	Газовые примеси и их влияние на свойства жидких металлов.	12	4	0	8
6	Зачет	36			
7	Всего	144	34	6	44

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Экспериментальные методы изучения физико-химических свойств металлических расплавов	<p>Методы вискозиметрии: капиллярного истечения, вращающихся цилиндров, вибрационный, затухающих крутильных колебаний. Применение вискозиметрии в физико-химическом анализе металлических расплавов.</p> <p>Методы исследования диффузии в жидких металлах и сплавах: капилляр-резервуарный, длинного капилляра, сдвиговой ячейки, вращающегося диска.</p> <p>Связь плотности со структурой вещества. Методы денсиметрии: гидростатического взвешивания, пикнометрический, дилатометрический, проникающего излучения, максимального давления газового пузыря, неподвижной капли.</p> <p>Методы исследования поверхностного натяжения: максимального давления газового пузыря, лежащей капли.</p> <p>Измерение электрических и магнитных свойств расплавов: электропроводность, термо-ЭДС, магнитная восприимчивость.</p> <p>Методы исследования теплопроводности металлических расплавов: в стационарном тепловом режиме; нестационарные; движущейся границы.</p> <p>Калориметрические методы исследования металлических расплавов.</p>
2	Физико-химические свойства чистых жидких металлов. Влияние легирующих элементов на свойства жидких металлов.	<p>Модели строения жидких металлов.</p> <p>Диффузия в жидких металлах. Плотность, поверхностное натяжение, вязкость, электропроводность, магнитная восприимчивость жидких металлов.</p> <p>Диффузия легирующих элементов в жидких металлах.</p> <p>Влияние малых добавок на структуру и свойства жидких металлов.</p>
3	Физические свойства расплавов металлургического производства	<p>Расплавы переходных металлов: термодинамические свойства и структура, вязкость, электросопротивление, магнитная восприимчивость.</p> <p>Расплавы переходных металлов (железо, никель) с углеродом, бором и фосфором: структура, вязкость, плотность, электросопротивление, магнитная восприимчивость.</p> <p>Микронеоднородность металлических расплавов.</p> <p>Временные релаксационные процессы. Гистерезисные явления. Теплофизические свойства жидких сталей и сплавов.</p> <p>Физические свойства жидких чугунов. Модифицирование металлов в связи с особенностями их строения.</p>

4	Взаимодействие жидких металлов с конструкционными материалами.	Коррозионные процессы в жидкометаллической системе (общие вопросы). Процессы коррозии в присутствии примесей. Результаты исследования коррозии в жидких металлах. Взаимодействие жидких металлов с твердыми металлами и оксидами. Методы определения активности компонентов в растворах. Определение активности по равновесию раствора с газовой фазой. Определение активности по упругости шара. Определение активности методом ЭДС. Определение активности по растворимости элемента в расплаве. Определение активности по распределению компонента в двух фазах.
5	Газовые примеси и их влияние на свойства жидких металлов.	Растворимость газов в твердых и жидких металлах. Состояние газов в металлах. Методы определения газов в жидких металлах. Методы очистки жидких металлов от газовых примесей. Влияние газовых примесей на свойства жидких металлов. Контролируемые атмосферы. Способы получения чистых газов. Методы очистки газов. Создание проточных атмосфер. Измерение скорости и давления газовых потоков. Техника безопасности при работе с газами.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Образовательные технологии

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемно-ориентированного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемно-ориентированного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемно-ориентированного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Физико-химические методы исследования расплавов» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

6.2. Основные сведения об электронно-библиотечной системе.

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс, и гарантирует возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

УдмФИЦ УрО РАН обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам лицензируемых образовательных программ, в

соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования и паспортом специальностей ВАК. Научно-техническая библиотека института удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.04.2000 № 1246.

Фонд научно-технической библиотеки насчитывает 56242 (11103) экземпляра книг и журналов. Ежегодно библиотека получает научные, научно-популярные и общественно-политические периодические издания. Формирование фонда библиотеки осуществляется в соответствии с профилем УдмФИЦ УрО РАН, образовательными программами аспирантуры, тематикой научных исследований РАН

6.3. Основная литература

1. Глазов В.М., Вобст М., Тимошенко В.И. Методы исследования свойств жидких металлов и полупроводников. М.: Metallurgy, 1989. 384 с.
2. Арсентьев П.П. Коледов Л.А. Металлические расплавы и их свойства. М.: Metallurgy, 1976. 375 с.
3. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента. М.: Metallurgy, 1967. 344 с.
4. Вилсон Д.Р. Структура жидких металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1972. 247 с.
5. Баум Б.А. Металлические жидкости – проблемы и гипотезы. М.: Наука, 1979. 120 с.
6. Баум Б.А., Хасин Г.В., Тягунов Г.В., Клименко Е.А., и др. Жидкая сталь. М.: Metallurgy, 1984. 208 с.
7. Гладкий В.Н. Вискозиметрия металлургических расплавов.- М.:Metallurgy, 1989. 94 с.
8. Взаимодействие металлических расплавов с газами и шлаками М.:Наука, 1986. 158 с
9. Ершов Г.С., Бычков Ю.Б, Физико-химические основы рационального легирования сталей и сплавов.- М.:Metallurgy, 1982.- 360 с.
10. Попель С.И., Спиридонов М.А., Жукова Л.А. Атомное упорядочение в расплавленных и аморфных металлах. Екатеринбург, 1997. 384 с.
11. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. С.:Metallurgy, 1986. 462 с.

6.4. Вспомогательная литература

1. Дутчак Я.И. Рентгенография жидких металлов. 1977.
2. Физика простых жидкостей. Т. 1,2 / Под ред. Темперли. 1973.
3. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. 2004.
4. Пастухов Э.А., Ватолин Н.А., Лисин В.Л. и др. Дифракционные исследования строения высокотемпературных расплавов. Екатеринбург: изд-во УрО РАН,2003. 354 с.
5. Фундаментальные исследования физикохимии металлических расплавов. Памяти академика А.М. Самарина / под ред. Лякишева Н.П. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 469 с.

6.5. Интернет источники:

1. E-Library (www.elibrary.ru),
2. база данных издательства Elsevier на сайте ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>),
3. ресурсы издательства Springer (<http://link.springer.com/>),
4. журналы Американского физического общества (<https://journals.aps.org/>),
5. журналы Американского института физики (<http://scitation.aip.org/content/aip>),
6. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru/>),
7. Scopus (www.scopus.com), Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>)

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный опрос.

7.2. Промежуточный контроль

Промежуточный контроль осуществляется в конце каждого семестра в соответствии с учебным планом. Оценка успеваемости аспиранта производится преподавателем, ведущим дисциплину, на основе результатов текущего контроля.

7.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце третьего курса и завершает изучение дисциплины «Физико-химические свойства расплавов». Форма аттестации – зачет в устной форме проводится по билетам, включающим 2 вопроса.

Вопросы к зачету:

1. Контролируемые атмосферы: способы получения чистых газов, методы очистки газов, создание проточных атмосфер, измерение скорости и давления газовых потоков, техника безопасности при работе с газами.
2. Методы вискозиметрии: капиллярного истечения, вращающихся цилиндров, вибрационный, затухающих крутильных колебаний.
3. Применение вискозиметрии в физико-химическом анализе металлических расплавов.
4. Методы исследования диффузии в жидких металлах и сплавах: капилляр-резервуарный, длинного капилляра, сдвиговой ячейки, вращающегося диска.
5. Связь плотности со структурой вещества.
6. Методы денсиметрии: гидростатического взвешивания, пикнометрический, дилатометрический, проникающего излучения, максимального давления газового пузыря, лежащей капли.
7. Методы исследования поверхностного натяжения: максимального давления газового пузыря, лежащей капли.
8. Методы измерения электрических свойств расплавов: электропроводность, термо-ЭДС.
9. Методы исследования магнитной восприимчивости.
10. Методы исследования теплопроводности металлических расплавов: в стационарном тепловом режиме; нестационарные; движущейся границы.
11. Калориметрические методы исследования металлических расплавов.
12. Плотность, поверхностное натяжение, вязкость, электропроводность, магнитная восприимчивость жидких металлов.
13. Диффузия в жидких металлах.
14. Диффузия легирующих элементов в жидких металлах.
15. Влияние малых добавок на структуру и свойства жидких металлов.
16. Расплавы переходных металлов: термодинамические свойства и структура, вязкость, электросопротивление, магнитная восприимчивость.
17. Расплавы переходных металлов (железо, никель) с углеродом, бором и фосфором: структура, вязкость, плотность, электросопротивление, магнитная восприимчивость.
18. Микронеоднородность металлических расплавов. Временные релаксационные процессы.
19. Гистерезисные явления в металлических расплавах.
20. Теплофизические свойства жидких сталей и сплавов.
21. Физические свойства жидких чугунов.
22. Модифицирование металлов в связи с особенностями их строения.
23. Коррозионные процессы в жидкометаллической системе (общие вопросы).

24. Процессы коррозии в присутствии примесей.
25. Результаты исследования коррозии в жидких металлах.
26. Взаимодействие жидких металлов с твердыми металлами и оксидами.
27. Растворимость газов в твердых и жидких металлах.
28. Состояние газов в металлах.
29. Методы определения газов в жидких металлах.
30. Методы очистки жидких металлов от газовых примесей.
31. Влияние газовых примесей на свойства жидких металлов.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Оценка «хорошо» ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях.

Оценка «удовлетворительно» ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при:

- ответе на все вопросы билета и наводящие вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

УдмФИЦ УрО РАН располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы. Есть компьютеры, оснащенные выходом в Интернет и в локальную сеть Центра, а также принтеры, сканеры и ксероксы. Поддерживается официальный сайт института <http://udman.ru>, электронная почта, создан центр коллективного доступа к сетевым информационным ресурсам.

Аспиранты имеют возможность использовать комплекс аналитического, испытательного и исследовательского оборудования УдмФИЦ УрО РАН:

- 1) Установка для измерения вязкости металлических расплавов.
- 2) Установка для измерения электропроводности расплавов.
- 3) Установка для определения плотности и поверхностного натяжения расплавов методом лежащей капли.
- 4) Высокотемпературный термоанализатор ВТА-983.
- 5) Газоанализаторы Метавак (определение содержания водорода, азота, кислорода, углерода в металлах)
- 6) Технологическое оборудование для плавки металлов и сплавов.