

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра электроники и цифровых информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

_____ Тешев Р.Ш.
«____» _____ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____ Черкесова Н.В.

«____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Адгезия, смачивание и растекание»

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль
Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик, 2021

Рабочая программа дисциплины «**Адгезия, смачивание и растекание**» /сост. Кармокова Р.Ю. – Нальчик: КБГУ, 2021 г., 19 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 N 218 (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 N 36765).

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины.....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости.....	8
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	17
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины.....	20

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель:

формирование знаний в области физико-химических основ адгезии, смачивания и растекания в макро- и наносистемах с участием металлов, полупроводников и диэлектриков, а также влияния различных факторов на адгезию фаз, характер смачивания и скорость растекания жидкостей; изложение различных методов управления адгезией, смачиванием и растеканием, которые могут использоваться для прикладных целей в микро- и наноэлектронике

Задачи:

- 1 дать студентам основные понятия и принципы явлений адгезии, смачивания и растекания в макро- и наносистемах;
- 2 развить навыки экспериментального определения основных параметров адгезии, смачивания и растекания в макро- и наносистемах;
- 3 показать причины, обуславливающие изменение физических и химических свойств границ раздела в макро и наносистемах;
- 4 показать междисциплинарный характер адгезии, смачивания и растекания и их прикладной ветви - нанотехнологии

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Адгезия, смачивание и растекание» предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (7 семестр, 4 курс) и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Основой для изучения данной дисциплины являются курсы:

- «Химия»,
- «Материалы электронной техники»,
- «Термодинамика межфазных границ в макро и наносистемах»

Курс «Адгезия, смачивание и растекание» необходим для формирования углублённых знаний в области адгезиометрии и физики процессов смачивания и растекания. Освоение основных положений данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики и написания выпускной квалификационной работы

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Адгезия, смачивание и растекание» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Общекультурные компетенции:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

Общепрофессиональные компетенции:

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

Профессиональные компетенции:

- способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы самостоятельного поиска информации;
- основные понятия и методы расчета адгезии, смачивания и растекания;
- основные методы измерения физических величин, связанных с адгезионной прочностью материалов;

Уметь:

- планировать собственную работу в рамках самообразования;
- рассчитывать основные термодинамические параметры; выполнять практические работы по измерению основных физико-химических параметров границ раздела;
- правильно выбирать средства измерений и разрабатывать методики выполнения измерений адгезии и параметров смачивания и растекания;

Владеть:

- навыками поиска и анализа информации в рамках самообразования;
- навыками по применению приборов и установок для измерений адгезии, смачивания и растекания;
- методами обработки и анализа результатов измерений;

4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины «Адгезия, смачивание и растекание»

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Адгезия в макро- и наносистемах	Основные представления об адгезии твердых тел и жидкостей. Адгезия жидкости, твердого тела и частиц. Адгезия, когезия и аутогезия. Современные теории адгезии	ОК-7; ОПК-2; ПК-2	Коллоквиум Тестирование Зачет
2.	Методы измерения адгезии	Методы экспериментального определения адгезии. Методы отрыва пленок. Определение адгезии под действием тангенциальной силы. Метод кручения. Косвенные методы определения адгезии	ОК-7; ОПК-2; ПК-2	Коллоквиум Тестирование Зачет
3.	Смачивание	Термодинамика смачивания. Методы определения краевого угла смачивания. Влияние физико-химических факторов на смачивание. Управление смачиванием. Поверхностно активные вещества.	ОК-7; ОПК-2; ПК-2	Коллоквиум Тестирование Зачет

		Влияние смачивания на промышленные процессы. Смачивание в технологии производства изделий электронной техники		
4.	Процесс растекания	Режимы растекания. Кинетика растекания. Влияние на растекание взаимодействий жидкости с твердым телом. Влияние кривизны поверхности на растекание. Термокапиллярный, термоосмотический и фотокапиллярный эффекты	ОК-7; ОПК-2; ПК-2	Коллоквиум Тестирование Зачет
5.	Адгезия в наносистемах. Смачивание и растекание в наносистемах	Размерные эффекты в адгезии. Адгезия тонких пленок. Адгезия частиц. Размерные эффекты при смачивании и растекании	ОК-7; ОПК-2; ПК-2	Коллоквиум Тестирование Зачет

Структура дисциплины

Таблица 2. Структура дисциплины «Адгезия, смачивание и растекание»

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	7 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	3	3
Контактная работа (в часах):	56	56
Лекционные занятия (Л)	28	28
Практические занятия (ПЗ)	0	0
Семинарские занятия (СЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	28	28
Самостоятельная работа (в часах)	43	43
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	0	0
Реферат (Р)	0	0
Эссе (Э)	0	0
Контрольная работа (К)	0	0
Самостоятельное изучение разделов/тем	43	43
Курсовая работа (КР) / Курсовой проект (КП) (КР)	0	0
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Лекция -устное последовательное изложение теоретического материала учебного курса, обеспечивающее целостность и законченность его восприятия студентами. Лекции ведутся строго по плану, но предусматривают некоторое время на более подробное изучение непонятных студентам разделов. Лекции проводятся с применением мультимедийных технологий (презентация, интерактивная модель, видеоматериалы по теме лекции) для более эффективного восприятия студентами информации (формул, чертежей, моделей).

Лекция включает в себя:

- обобщение полученных ранее результатов (при необходимости)

- формулирование темы лекции, цели и задач ее изучения
- вводная часть
- основная часть лекции
- краткие выводы по изученным разделам
- обсуждение выводов и ответы на вопросы студентов

Таблица 3. Лекционные занятия (28 ч.)

№ п/п	Тема
1.	Основные представления об адгезии твердых тел и жидкостей. Адгезия жидкости, твердого тела и частиц.
2.	Адгезия, когезия и аутогезия. Современные теории адгезии
3.	Методы экспериментального определения адгезии. Методы отрыва пленок.
4.	Определение адгезии под действием тангенциальной силы. Метод кручения.
5.	Косвенные методы определения адгезии
6.	Термодинамика смачивания. Методы определения краевого угла смачивания.
7.	Влияние физико-химических факторов на смачивание.
8.	Управление смачиванием. Поверхностно активные вещества.
9.	Влияние смачивания на промышленные процессы. Смачивание в технологии производства изделий электронной техники
10.	Режимы растекания. Кинетика растекания.
11.	Влияние на растекание взаимодействий жидкости с твердым телом. Влияние кривизны поверхности на растекание.
12.	Термокапиллярный, термоосмотический и фотокапиллярный эффекты
13.	Размерные эффекты в адгезии. Адгезия тонких пленок. Адгезия частиц.
14.	Размерные эффекты при смачивании и растекании

Таблица 4. Лабораторные работы (28 ч.)

№ п/п	Тема
1.	Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета Origin. Обработка фотографий капель с помощью пакета Origin.
2.	Определение класса адгезии лакокрасочного покрытия методом решетчатых надрезов
3.	Определение адгезии методом одновременного отрыва
4.	Определение адгезии методом отслаивания пленки
5.	Определение краевого угла смачивания и работы адгезии жидкого металла методом «лежащей капли».
6.	Расчет краевого угла по форме капли
7.	Определение работы адгезии при скольжении капель по наклонной поверхности
8.	Зависимость краевого угла смачивания от шероховатости поверхности и методов ее очистки
9.	Влияние ПАВ на адгезию и смачивание
10.	Расчет работы адгезии и коэффициента растекания
11.	Моделирование зависимости краевых углов от размера нанокapли

Самостоятельное изучение разделов дисциплины - организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины. При самостоятельном изучении разделов студенты могут пользоваться возможностями электронно-библиотечной среды КБГУ и открытыми источниками в сети Интернет.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины включает в себя:

- знакомство с темой
- самостоятельный поиск и анализ информации по изучаемой теме
- обсуждение с преподавателем темы в свободное время (в том числе с помощью личного сайта преподавателя и социальных сетей)
- подготовка краткого доклада по теме (при необходимости)

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (43 ч.)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Адгезия припоя к керамике
2.	Современные приборы для измерения адгезии
3.	Зависимость адгезии припоя от толщины пленки
4.	Совместное влияние освещения и градиента температуры на растекание жидкостей по полупроводниковым и металлическим поверхностям
5.	Применение электрокапиллярности для решения технологических задач в микро- и наноэлектронике

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы студента. В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль

Лабораторное занятие – форма учебного занятия при которой студент под руководством преподавателя проводит естественные и имитационные эксперименты или опыты с целью подтверждения отдельных теоретических положений изучаемой дисциплины, приобретает практические навыки работы с лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой и вычислительной техникой. Лабораторные занятия проводятся с применением научно-исследовательского оборудования в лаборатории физики поверхности КБГУ и с применением имитационного моделирования физических процессов в компьютерных классах КБГУ.

Лабораторная работа включает в себя:

- инструктаж по технике безопасности
- вводную часть
- знакомство с описанием лабораторной работы
- допуск к выполнению лабораторной работы
- выполнение лабораторной работы
- анализ и обработка результатов
- подготовка отчета по лабораторной работе
- представление и защита отчета

Оценка лабораторных работ проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). Задания для лабораторных занятий приведены в описаниях лабораторных работ, доступных на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

Методические указания к лабораторным работам:

При подготовке к лабораторной работе необходимо повторить соответствующие разделы в конспекте лекций и подробно ознакомиться с описанием лабораторной работы. При проведении

измерений необходимо следить за условиями измерений и при необходимости повторять некоторые из них. При сдаче отчета необходимо строго следовать требованиям к отчетам, приведенным в описании лабораторной работы.

Критерии оценивания лабораторных работ:

- понимание цели и задач работы
- допуск к работе (понимание теоретических основ метода измерения)
- выполнение измерений и обработка результатов (точность измерений)
- отчет и защита лабораторной работы (умение анализировать результаты экспериментальных измерений и представлять отчетную документацию)

Вопросы, выносимые на защиту лабораторных работ

(Контролируемые компетенции: ОК-7; ОПК-2; ПК-2)

Список вопросов приведен в описании к каждой лабораторной работе

Рубежный контроль

Коллоквиум – собеседование преподавателя с обучающимся с целью контроля глубины усвоения теоретического материала. Коллоквиум проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>).

Коллоквиум включает в себя:

- вводную часть
- раздачу вопросов студентам
- время на самостоятельную подготовку
- опрос студентов
- оценку ответов
- оглашение результатов коллоквиума

Методические указания к коллоквиуму:

В конце каждой лекции по дисциплине студентам озвучиваются контрольные вопросы. При подготовке к коллоквиуму необходимо проработать изученные вопросы. Основным материалом для подготовки является конспект лекций и основная литература по дисциплине.

Критерии оценивания коллоквиума:

- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- владение специальными терминами;
- системность знаний по тематике

Вопросы, выносимые на коллоквиум

(Контролируемые компетенции: ОК-7; ОПК-2; ПК-2)

1. Механическая адгезия
2. Молекулярный (адсорбционный) механизм адгезии
3. Электрическая теория адгезии
4. Диффузионный механизм адгезии
5. Уравнение Дюпре - Юнга.
6. Когезия. Когезионные силы.
7. Работа когезии, когезионная прочность
8. Адгезия припоя к керамике
9. Адгезиометрия. Метод равномерного нормального отрыва пленки
10. Адгезиометрия. Методы постепенного отрыва пленки
11. Адгезиометрия. Определение адгезионной и когезионной прочности методом расщепления
12. Адгезиометрия. Определение адгезионной прочности под действием тангенциальной силы
13. Косвенные методы определения адгезии. Методы, основанные на измерении твердости пленки
14. Современные адгезиометры

15. Управление смачиванием. Поверхностно активные вещества.
16. Управление смачиванием. Поверхностно инактивные вещества.
17. Методы определения краевого угла смачивания
18. Избирательное смачивание
19. Режимы растекания
20. Теплота смачивания.
21. Капиллярная конденсация, капиллярное давление, уравнение Лапласа, формула Жюрена.
22. Способы усиления адгезии путем изменения состояния поверхности.
23. Энергетические характеристики поверхности твердых тел и жидкостей.
24. Влияние на растекание взаимодействий жидкости с твердым телом
25. Смачивание и растекание припоев. Пайка
26. Применение электрокапиллярности для решения технологических задач в микро- и наноэлектронике
27. Уравнение Кельвина
28. Капиллярная пропитка. Адсорбция на микропористых телах.
29. Термокапиллярный эффект
30. Фотокапиллярный эффект
31. Адгезия наночастиц

Тестирование – метод автоматизированной диагностики успеваемости обучающихся, позволяющий с помощью компьютерной техники и специального программного обеспечения проводить опрос группы студентов. Тесты проводятся в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). По дисциплине создан фонд тестовых заданий для контроля в компьютерной форме, текущей успеваемости студентов. Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ. Доступ к тестам реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

Методические указания к тестированию:

В конце каждой лекции по дисциплине студентам озвучиваются контрольные вопросы. При подготовке к тестированию необходимо проработать изученные вопросы. При подготовке к тестам необходимо учитывать строгое ограничение по времени тестирования.

Критерии оценивания тестирования:

Результаты тестирования. Количество баллов = $5 \cdot P/V$, P - количество правильно отвеченных тестов по теме, V – количество вопросов по теме ($V=20-30$).

Образцы тестовых заданий:

(Контролируемые компетенции: ОК-7; ОПК-2; ПК-2)

1. Адгезия – это ...
2. Какая теория адгезии отождествляет систему «адгезив – субстрат» с конденсатором, а двойной электрический слой, возникающий при контакте двух разнородных поверхностей, - с обкладкой конденсатора?
3. Когезия – это...
4. Главная характеристика процесса смачивания – это...
5. Растекание – это...
6. Как влияют на смачивание ПАВ?
7. Как влияют на смачивание ПИВ?
8. Для какого из методов определения адгезии необходимо строгое центрирование испытуемого образца и создание равномерного напряжения по всему сечению образца?
9. Какие недостатки у прямых методов измерения адгезии?
10. В каком из методов пленка адгезива отрывается от субстрата под углом?
11. Косвенные методы измерения адгезии основываются на...

Промежуточная аттестация

Зачет - форма проверки знаний и навыков студентов, полученных во время контактной работы, а также обязательных самостоятельных работ. Зачет проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>).

Методические указания к зачету:

На зачете проверяется сформированность знаний по дисциплине в целом. При подготовке к зачету необходимо проработать все изученные разделы дисциплины, в том числе и вынесенные на самостоятельное изучение. Основным материалом для подготовки является конспект лекций и основная литература по дисциплине.

Критерии оценивания зачета:

- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- владение специальными терминами;
- системность знаний по тематике дисциплины в целом

Список вопросов, выносимых на зачет:

(Контролируемые компетенции: ОК-7; ОПК-2; ПК-2)

- 1 Адгезия и работа адгезии. Уравнение Дюпре. Адгезионная прочность
- 2 Когезия. Когезионные силы. Работа когезии, когезионная прочность.
- 3 Механизмы процессов адгезии. механическая адгезия, молекулярный (адсорбционный) механизм, электрическая теория адгезии, диффузионный механизм
- 4 Методы определения адгезии. Метод равномерного нормального отрыва пленки
- 5 Методы определения адгезии. Методы постепенного отрыва пленки
- 6 Методы определения адгезии. Определение адгезионной и когезионной прочности методом расщепления
- 7 Определение адгезионной прочности под действием тангенциальной силы
- 8 Косвенные методы определения адгезии. Методы, основанные на измерении твердости пленки
- 9 Способы усиления адгезии путем изменения состояния поверхности
- 10 Управление смачиванием. Поверхностно активные вещества. Поверхностно инактивные вещества.
- 11 Методы определения краевого угла смачивания.
- 12 Прямые измерения краевого угла смачивания
- 13 Определение краевого угла смачивания по форме капли.
- 14 Смачивание и растекание, краевой угол смачивания, формула Юнга.
- 15 Избирательное смачивание
- 16 Режимы растекания
- 17 Теплота смачивания. Капиллярная конденсация, капиллярное давление, уравнение Лапласа, формула Жюрена.
- 18 Адгезия и смачивание на шероховатых поверхностях
- 19 Влияние на растекание взаимодействий жидкости с твердым телом
- 20 Смачивание и растекание припоев. Пайка
- 21 Уравнение Кельвина. Капиллярная пропитка. Адсорбция на микропористых телах.
- 22 Капиллярные явления. Термокапиллярный эффект
- 23 Капиллярные явления. Фотокапиллярный эффект

Рубежный и промежуточный контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы.

Таблица 6. Распределение баллов

№ рейтинговой точки	Коллоквиум	Лаб. практикум	Посещаемость	Тестирование	Итого
1	7	8	3	5	23
2	7	8	3	5	23
3	7	8	4	5	24
Зачет	30				
ВСЕГО	100				

Таблица 7. Критерии оценки

Вид мероприятия	Критерии оценки	Баллы
Лабораторные занятия	<ul style="list-style-type: none"> • понимание цели и задач работы • допуск к работе (понимание теоретических основ метода измерения) • выполнение измерений и обработка результатов (точность измерений) • отчет и защита лабораторной работы (умение анализировать результаты экспериментальных измерений и представлять отчетную документацию) 	0-24 баллов
Коллоквиум (устный опрос по теме)	<ul style="list-style-type: none"> • ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; • владение специальными терминами; • системность знаний по тематике 	0-21 баллов
Компьютерное тестирование по разделам дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • Результаты тестирования. Количество баллов = $5 \cdot P/V$, P - количество правильно отвеченных тестов по теме, V – количество вопросов по теме ($V=20-30$). 	0-15 баллов
Посещение занятий	<ul style="list-style-type: none"> • степень участия в контактной работе с преподавателями 	0-10 баллов
Зачет и/или экзамен	<ul style="list-style-type: none"> • ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; • владение специальными терминами; • системность знаний по тематике дисциплины в целом 	0-30 баллов
Итоговая оценка		0-100 баллов

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Таблица 8. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения	Основные показатели	Вид оценочного материала
----------------------------	----------------------------	---------------------------------

(компетенции)	оценки результатов обучения	
способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	Знает: методы самостоятельного поиска информации	Коллоквиум (вопросы 8, 14, 26)
	Умеет: планировать собственную работу в рамках самообразования.	Коллоквиум (вопросы 8, 14, 26)
	Владеет: навыками поиска и анализа информации в рамках самообразования	Коллоквиум (вопросы 8, 14, 26)
способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2)	Знает: основные понятия и методы расчета адгезии, смачивания и растекания	Коллоквиум (вопросы 1-8, 15-31) Тестирование (вопросы 1-7)
	Умеет: рассчитывать основные термодинамические параметры; выполнять практические работы по измерению основных физико-химических параметров границ раздела	Выполнение и защита лабораторных работ (лабораторные работы 2-11)
	Владеет: навыками по применению приборов и установок для измерений адгезии, смачивания и растекания	Выполнение и защита лабораторных работ (лабораторные работы 2-9)
способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2)	Знает: основные методы измерения физических величин, связанных с адгезионной прочностью материалов	Коллоквиум (вопросы 9-14) Тестирование (вопросы 8-11)
	Умеет: правильно выбирать средства измерений и разрабатывать методики выполнения измерений адгезии и параметров смачивания и растекания	Выполнение и защита лабораторных работ (лабораторные работы 2-9)
	Владеет: методами обработки и анализа результатов измерений	Выполнение и защита лабораторных работ (лабораторные работы 1-11)

Таблица 9. Критерии оценки качества освоения дисциплины

Шкала по традиционной пятибалльной	баллы	Критерии и показатели оценивания результата обучения
---	--------------	---

системе		
недопуск/ не зачтено	0-60	<p>Студент не обладает знаниями: методы самостоятельного поиска информации (ОК-7) основные понятия и методы расчета адгезии, смачивания и растекания (ОПК-2) основные методы измерения физических величин, связанных с адгезионной прочностью материалов (ПК-2)</p>
		<p>Студент не умеет: планировать собственную работу в рамках самообразования. (ОК-7) рассчитывать основные термодинамические параметры; выполнять практические работы по измерению основных физико-химических параметров границ раздела (ОПК-2) правильно выбирать средства измерений и разрабатывать методики выполнения измерений адгезии и параметров смачивания и растекания (ПК-2)</p>
		<p>Студент не владеет в достаточной мере навыками: навыками поиска и анализа информации в рамках самообразования (ОК-7) навыками по применению приборов и установок для измерений адгезии, смачивания и растекания (ОПК-2) методами обработки и анализа результатов измерений (ПК-2)</p>
зачтено	61-100	<p>У студента сформированы только основные знания: методы самостоятельного поиска информации (ОК-7) основные понятия и методы расчета адгезии, смачивания и растекания (ОПК-2) основные методы измерения физических величин, связанных с адгезионной прочностью материалов (ПК-2)</p> <p>У студента сформирован пороговый уровень умений: планировать собственную работу в рамках самообразования. (ОК-7) рассчитывать основные термодинамические параметры; выполнять практические работы по измерению основных физико-химических параметров границ раздела (ОПК-2) правильно выбирать средства измерений и разрабатывать методики выполнения измерений адгезии и параметров смачивания и растекания</p> <p>Студент владеет начальным уровнем навыков: навыками поиска и анализа информации в рамках самообразования (ОК-7) навыками по применению приборов и установок для измерений адгезии, смачивания и растекания (ОПК-2) методами обработки и анализа результатов измерений (ПК-2)</p>

Оценочные средства для контроля знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях, уровень подготовки к самостоятельной деятельности и качество выполнения заданий.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Евстифеев Е.Н. Процессы на поверхности раздела фаз [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Н. Евстифеев, А.А. Кужаров, А.С. Кужаров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 287 с. — 978-5-4486-0208-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71581.html> — ЭБС «IPRbooks».
2. Покровская Е.Н. Физическая химия. Химия атмосферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Покровская Е.Н., Бельцова Т.Г.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 109 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27956>. — ЭБС «IPRbooks».
3. Кондратьева Т.М. Поверхности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.М. Кондратьева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 93 с. — 978-5-7264-1108-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36151.html> — ЭБС «IPRbooks».
4. Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72141.html> — ЭБС «IPRbooks».
5. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов ; под ред. В. П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2017. — 688 с. — 978-5-4488-0055-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> — ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная литература

1. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М. Химия, 1979, 231 с.
2. Быховский А.И. Растекание Киев. Наукова думка. 1983г. 191с.
3. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. - Л.: Химия, 1967. - 346 с.
4. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. М.: Химия, 1974. 416 с.
5. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхностей: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 240 с.
6. Поциус, А. Клеи. Адгезия. Технология склеивания. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Профессия, 2007. — 374 с.
7. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы. М., Мир, 1991.
8. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. — М.: Бином, 2008.
9. Шебзухов А.А., Карачаев А.М. Сегрегация, избыточное напряжение и адгезия на границе многокомпонентных конденсированных фаз // Поверхность. Физика, химия и механика. 1984, № 5, С. 58-67.

Периодические издания

1. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования (журнал);
2. Известия РАН. Серия физическая (журнал);
3. Приборы и техника эксперимента (журнал);
4. Физика твердого тела (журнал);
5. Квантовая электроника (журнал);
6. Успехи физических наук (журнал);
7. Журнал физической химии (журнал);
8. Физика и техника полупроводников (журнал);
9. Известия вузов. Физика (журнал).

Интернет ресурсы

1. Nanotechnology Industries (<http://www.nanoindustries.com/>);
2. Нанотехнологическое сообщество «Нанометр» (<http://www.nanometer.ru/>);
3. Аналитический портал химической промышленности (<https://newchemistry.ru/>);
4. Журнал «В мире науки» (<https://sciam.ru/>);
5. Научно-популярный журнал «Элементы» (<https://elementy.ru/>);
6. Новостной сайт о нанотехнологиях «Nano News Net (NNN)» (<http://www.nanonewsnet.ru/>);
7. Международная сеть научных работников ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>);

Информационно справочные системы

1. Официальный сайт Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>)
2. Проект «Открытый университет» КБГУ (<http://open.kbsu.ru/moodle/>)
3. Электронная научная библиотека КБГУ и электронно-библиотечные системы (<http://lib.kbsu.ru/>)
4. Электронно-библиотечная система IPR Books (<http://www.iprbookshop.ru/>)
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru/>)
6. Научная электронная библиотека eLibrary (<https://elibrary.ru>)
7. Реферативная и аналитическая база данных Sciverse Scopus (<http://www.scopus.com>)
8. Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных «Web of Science» (WOS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
9. Консультант плюс (<http://www.consultant.ru/>)
10. Гарант (<http://www.garant.ru/>)
11. Российская государственная библиотека (<https://www.rsl.ru/>)

Профессиональные базы данных

1. Полнотекстовая база данных ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>)
2. Система информационного поиска в научном секторе 4science (<https://4science.ru/>).
3. База данных наноматериалов Nano (<https://nano.nature.com/>)
4. База данных свойств материалов SpringerMaterials (<https://materials.springer.com/>)
5. Патентная база USPTO (<http://patft.uspto.gov/>)
6. Информационно-поисковая система Федерального института промышленной собственности (<http://new.fips.ru/iiss/>)

Локальные нормативные акты

1. Положение о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова. (<https://kbsu.ru/>)
2. Положение о курсовой (курсовом) работе (проекте). Принято Учебно-методическим советом КБГУ от «29» августа 2017г. (протокол №8) (<https://kbsu.ru/>)
3. Положение о самостоятельной работе обучающихся КБГУ. Принято Учебно-методическим советом КБГУ от «29» августа 2017г. (протокол №8) (<https://kbsu.ru/>)
4. Положение о рабочей программе дисциплины (модуля) по образовательным программам высшего образования в КБГУ. Принято Учебно-методическим советом КБГУ от «01» июня 2018г. (протокол №8) (<https://kbsu.ru/>)

Методические указания по проведению различных занятий

Методические указания к лабораторным работам приводятся в описании всех лабораторных работ, предусмотренных настоящим курсом. Доступ к описаниям лабораторных работ реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины «Адгезия, смачивание и растекание» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории. Дисциплина обеспечена: электронными версиями основной литературы в ЭБС, мультимедийными презентациями для проведения лекционных занятий и тестовым материалом на сайте информационной системы КБГУ.

Лекционная часть курса проводится в:

- учебной аудитории для занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена комплектом учебной мебели (преподавательские стол, стул, столы и стулья для обучающихся), интерактивным оборудованием (ноутбук, проектор, интерактивная доска).

Лабораторный практикум выполняется в:

- компьютерном классе, оснащенном современными компьютерами, специализированными компьютерными столами, стульями. Имеется необходимое программное лицензионное обеспечение. Компьютерная техника предоставляет возможность подключения к сети Интернет и доступ в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень программных продуктов:

Лицензионное программное обеспечение:

1. Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian;

Бесплатное программное обеспечение в свободном доступе:

1. Пакет офисных программ Libre Office (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией GNU LGPL - <https://ru.libreoffice.org/>);
2. Архиватор 7zip (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией GNU GPL - <https://sourceforge.net/projects/sevenzip/>);
3. Программа для работы с pdf публикациями Sumatra PDF (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией GNU GPL - <https://www.sumatrapdfreader.org/>);
4. Интернет браузер Mozilla Firefox (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией MPL/GNU GPL - <https://www.mozilla.org>);
5. Система построения графиков SciDAVis (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией GNU GPL - <http://scidavis.sourceforge.net/>);
6. Пакет прикладных математических программ SciLab (бесплатное ПО, распространяемое под лицензией CeCILL license/GNU GPL - <https://www.scilab.org/>);

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и разграничением доступа к информации. Электронная информационно-образовательная среда организации позволяет осуществить работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне ВУЗа. При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются информационно справочные системы.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
- Задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- Письменные задания выполняются на бумаге, диктуются ассистенту обучающимся;

2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- На зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- Зачет/экзамен проводится в письменной форме;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- Созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
- Письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или диктуются ассистенту;
- По желанию студента экзамен проводится в устной форме.
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины
«Адгезия, смачивание и растекание»
по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
на 2021 – 2022 учебный год**

[illegible]

Обсуждена и рекомендована на заседании
Кафедры электроники и цифровых информационных технологий,
протокол № от « » 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ / Тешев Р.Ш. _____ / _____
подпись расшифровка подписи дата