

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Функциональные наноповерхности для энергетики и оптоэлектроники**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Дмитриев А.С.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae2f |

(подпись)

А.С.

Дмитриев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Дмитриев А.С.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae2f |

(подпись)

А.С.

Дмитриев

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|                                                                                   |                                                    |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|                                                                                   | Владелец                                           | Пузина Ю.Ю.               |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Re86e9a56-Puzina-4d2acad1 |

(подпись)

Ю.Ю.

Пузина

(расшифровка подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств

ИД-2 Знает основные направления развития и современные тенденции при расчете и анализе эффективности наноразмерных систем и устройств

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Устная форма

1. Оценки функциональных свойств и морфологии поверхностей (Коллоквиум)
2. Расчет скоростей испарения капель на функциональных поверхностях (Коллоквиум)
3. Расчеты процессов электросмачивания и фокусировки в жидких линзах (Коллоквиум)
4. Теплообмен при кипении капель на поверхностях различной морфологии (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                               | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                 | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                 | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 11   | 15   |
| Функциональные поверхности, их морфология и масштабность        |                                 |      |      |      |      |
| Функциональные поверхности, их морфология и масштабность        |                                 |      |      |      | +    |
| Смачивание и растекание капель по функциональным поверхностям   |                                 |      |      |      |      |
| Смачивание и растекание капель по функциональным поверхностям   | +                               |      |      |      |      |
| Испарение капель на функциональных многомасштабных поверхностях |                                 |      |      |      |      |
| Испарение капель на функциональных многомасштабных поверхностях |                                 |      | +    |      |      |
| Кипение на функциональных поверхностях                          |                                 |      |      |      |      |
| Кипение на функциональных поверхностях                          |                                 |      | +    |      |      |

|                                                                             |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Конденсация на функциональных мультимасштабных поверхностях                 |    |    |    |    |
| Конденсация на функциональных мультимасштабных поверхностях                 |    |    | +  |    |
| Функциональные поверхности в оптоэлектронике, нанопотоники и наноплазмоники |    |    |    |    |
| Функциональные поверхности в оптоэлектронике, нанопотоники и наноплазмоники | +  |    |    |    |
| Вес КМ:                                                                     | 15 | 25 | 25 | 35 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                 | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | ИД-2ПК-3 Знает основные направления развития и современные тенденции при расчете и анализе эффективности наноразмерных систем и устройств | Знать:<br>типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств на основе современной оптоэлектроники<br>способы расчета процессов в современной гидродинамике и теплофизике<br>Уметь:<br>подбирать компоненты современной оптоэлектроники и проводить их расчет<br>проводить расчеты эффективности типовых нанотехнологических устройств современной энергетики и оптоэлектроники | Оценки функциональных свойств и морфологии поверхностей (Коллоквиум)<br>Тепломассообмен при кипении капель на поверхностях различной морфологии (Коллоквиум)<br>Расчет скоростей испарения капель на функциональных поверхностях (Коллоквиум)<br>Расчеты процессов электросмачивания и фокусировки в жидких линзах (Коллоквиум) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Оценки функциональных свойств и морфологии поверхностей**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный ответ на вопросы по билету

**Краткое содержание задания:**

Развернуто ответьте на поставленный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы расчета процессов в современной гидродинамике и теплофизике | 1. Функциональные поверхности и их виды<br>2. Морфология поверхности и ее описание<br>3. Мультимасштабность поверхностей<br>4. Особенности наноструктурированных поверхностей<br>5. Понятие контактных углов<br>6. Режим Юнга<br>7. Режим Вентцеля<br>8. Режим Касси-Бакстера<br>9. Понятие о гистерезисе контактных углов и его механизмах |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-2. Тепломассообмен при кипении капель на поверхностях различной морфологии**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный ответ на вопросы по билету

**Краткое содержание задания:**

Развернуто ответьте на поставленный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств на основе современной оптоэлектроники | 1.Испарение капель в объеме<br>2.Тепломассообмен при испарении капель на подложках<br>3.Диффузионная лимитирующая стадия<br>4.Испарение капель на поверхности и роль контактных углов<br>5.Режимы испарения с постоянным контактным углом и постоянной контактной линией<br>6.Кинетическая стадия испарения<br>7.Особенности кипения на функциональных поверхностях<br>8.Роль морфологии и мультимасштабности в динамике кипения капель<br>9.Пузырьковое, переходное и пленочное кипение капель<br>10.Режим левитации при кипении капель (эффект Лейденфроста)<br>11.Кипение капель мезо- и нанокolloидов |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено***КМ-3. Расчет скоростей испарения капель на функциональных поверхностях****Формы реализации:** Устная форма**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный ответ на вопросы по билету**Краткое содержание задания:**

Развернуто ответьте на поставленный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                               |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: подбирать компоненты современной оптоэлектроники и проводить их расчет | 1.Конденсация пара на функциональных и мультимасштабных поверхностях<br>2.Особенности наноструктуры на скорость конденсации<br>3.Нетривиальные режимы конденсации микрокапель |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-4. Расчеты процессов электросмачивания и фокусировки в жидких линзах**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный ответ на вопросы по билету

**Краткое содержание задания:**

Развернуто ответьте на поставленный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить расчеты эффективности типовых нанотехнологических устройств современной энергетики и оптоэлектроники | 1.Функциональные поверхности в оптоэлектронике<br>2.Жидкие линзы, электросмачивание и другие эффекты<br>3.Особенности морфологии поверхностей для задач нанофотоники, наноплазмоники и метаматериалов |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### *I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Знает основные направления развития и современные тенденции при расчете и анализе эффективности наноразмерных систем и устройств

#### **Вопросы, задания**

1. Функциональные поверхности и их виды
2. Морфология поверхности и ее описание
3. Мультимасштабность поверхностей
4. Особенности наноструктурированных поверхностей
5. Понятие контактных углов. Модели (моды) смачивания
6. Понятие о гистерезисе контактных углов и его механизмах
7. Теплообмен при испарении капель на подложках
8. Диффузионная лимитирующая стадия
9. Испарение капель на поверхности и роль контактных углов
10. Особенности кипения на функциональных поверхностях
11. Пузырьковое, переходное и пленочное кипение капель
12. Конденсация пара на функциональных и мультимасштабных поверхностях
13. Функциональные поверхности в оптоэлектронике
14. Жидкие линзы, электросмачивание и другие эффекты
15. Особенности морфологии поверхностей для задач нанофотоники, наноплазмоники и метаматериалов

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Морфология поверхности и ее описание
2. Особенности наноструктурированных поверхностей
3. Понятие о гистерезисе контактных углов и его механизмах
4. Модели (моды) смачивания
5. Теплообмен при испарении капель на подложках
6. Испарение капель на поверхности и роль контактных углов
7. Режимы испарения с постоянным контактным углом и постоянной контактной линией
8. Кинетическая стадия испарения
9. Роль морфологии и мультимасштабности в динамике кипения капель
10. Режим левитации при кипении капель (эффект Лейденфроста)
11. Кипение капель мезо- и нанокolloидов
12. Особенности наноструктуры на скорость конденсации
13. Нетривиальные режимы конденсации микрокапель
14. Функциональные поверхности в оптоэлектронике
15. Особенности морфологии поверхностей для задач нанофотоники, наноплазмоники и метаматериалов

### *II. Описание шкалы оценивания*

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***