



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Технологии строительных материалов и метрологии

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

_____ С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методы исследований в строительном материаловедении

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является подготовка магистрантов к выполнению обязанностей инженера по качеству, инженера по метрологии и инженера по стандартизации в следующих видах профессиональной деятельности: организационно – управленческой, производственно – технологической; научно- исследовательской и проектной.

Задачами изучения дисциплины являются:

- 1) изучение многообразия методов исследования, применяемых в строительном материаловедении,
- 2) ознакомления с проблемами и способами их решения, возникающими при организации исследований,
- 3) изучение особенностей применения конкретных технических средств.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПКС-1 Контроль процесса производства бетонных смесей и изделий	ПКС-1.1 Систематизация результатов анализа качества сырьевых материалов	знает знать: Основные методы исследований, используемых в строительном материаловедении умеет уметь: Выбирать необходимые методы для проведения конкретных исследований владеет навыками владеть: Навыками составления программ исследования
ПКС-1 Контроль процесса производства бетонных смесей и изделий	ПКС-1.2 Контроль технологических параметров производства бетонной смеси и изделий	знает знать: Основные методы исследований, используемых в строительном материаловедении умеет уметь: Выбирать необходимые методы для проведения конкретных исследований владеет навыками владеть: Навыками составления программ исследования

ПКС-1 Контроль процесса производства бетонных смесей и изделий	ПКС-1.3 Организация мероприятий по предупреждению и устранению брака при производстве бетонных смесей и изделий	знает знать: Основные методы исследований, используемых в строительном материаловедении умеет уметь: Выбирать необходимые методы для проведения конкретных исследований владеет навыками владеть: Навыками составления программ исследования
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Определение уровня самооценки и уровня притязаний как основы для выбора приоритетов собственной деятельности	знает знать: Основные методы исследований, используемых в строительном материаловедении умеет уметь: Выбирать необходимые методы для проведения конкретных исследований владеет навыками владеть: Навыками составления программ исследования
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.2 Определение приоритетов собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста	знает знать: Основы составления гипотез научного исследования умеет уметь: Анализировать современные исследования в строительном материаловедении владеет навыками владеть: Навыками обработки информации проведения исследований

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.04 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

освоение таких дисциплин, как «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента», «Оценка и подтверждение соответствия продукции и услуг», «Испытания продукции для целей оценки подтверждения», «Объекты метрологического обеспечения в строительстве», «Внедрение СМК в управление и производство».

знать: Основные методы исследований, используемых в строительном материаловедении

уметь: Выбирать необходимые методы для проведения конкретных исследований

владеть: Навыками составления программ исследования

Основы научных исследований в строительном материаловедении

знать: Основы составления гипотез научного исследования

уметь: Анализировать современные исследования в строительном материаловедении

владеть: Навыками обработки информации проведения исследований

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Методы испытания и контроля качества строительных материалов	ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-6.2, ОПК -6.3, ОПК-6.4, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-1.4, ПКО-1.5, ПКО- 6.1, ПКО-6.2, ПКО-6.3, ПКО-6.4, ПКО-6.5, ПКО-6.7, ПКО-6.8, ПКО- 6.9, ПКО-6.10, ПКО-6.11
2	Ознакомительная практика	УК-4.1, УК-4.2, УК-4.5, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3	Технологическая практика	УК-1.1, УК-1.3, УК-6.1, УК-6.2, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.5, ПКО- 3.1, ПКО-3.2, ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО-5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.5, ПКО- 5.6, ПКО-5.7, ПКО-5.9
4	Отделочные и гидроизоляционные материалы	ПКР-2.1, ПКР-2.2
5	Технология высокофункциональных бетонов	ПКС-1.1, ПКС-1.2
6	Технология дорожных бетонов	ПКС-1.1, ПКС-1.2
7	Технология композиционных материалов	ПКС-1.1, ПКС-1.2
8	Технология сухих строительных смесей	ПКС-1.1, ПКС-1.2

9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-3.8, УК-3.9, УК-3.10, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-6.7, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК- 3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК- 4.4, ОПК-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК- 5.6, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-5.11, ОПК-5.12, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК- 6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.9, ОПК-6.10, ОПК-6.11, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК -7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8, ОПК-7.9, ПКО- 1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-1.4, ПКО-1.5, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО- 4.1, ПКО-4.2, ПКО-4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5, ПКО-4.6, ПКО-4.7, ПКО- 5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4, ПКО-5.5, ПКО-5.6, ПКО-5.7, ПКО- 5.8, ПКО-5.9, ПКО-5.10, ПКО-5.11, ПКО-6.1, ПКО-6.2, ПКО-6.3, ПКО-6.4, ПКО-6.5, ПКО-6.6, ПКО-6.7, ПКО-6.8, ПКО-6.9, ПКО-6.10, ПКО -6.11, ПКР-2.1, ПКР-2.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПК(Ц)-1.1, ПК (Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4
---	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			1
Контактная работа	50		50
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	18	0	18
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1

7.1.	подготовка диэлектрических и электропроводящих массивных и порошковых образцов для анализа на растровом электронном микроскопе.	1					6		10	16	ПКС-1.3
8.	8 раздел. Просвечивающая электронная микроскопия										
8.1.	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.	1	2		4		4		10	20	ПКС-1.2
9.	9 раздел. Дифрактометрия										
9.1.	Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.	1	2		4		4		8	18	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3
10.	10 раздел. Оптические методы										
10.1	Оптические методы исследования строительных материалов.	1	1		2		2		10	15	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3
11.	11 раздел. Иная контактная работа										
11.1.	Курсовой проект	1								1,25	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, УК-6.1, УК-6.2
12.	12 раздел. Контроль										
12.1	Экзамен	1								36	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, УК-6.1, УК-6.2

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	3. Цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении	Цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении Цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении
2	Цели исследований их содержание и направленность. Объекты исследований и	Цели исследований их содержание и направленность. Объекты исследований и основные вопросы, рассматриваемые при исследованиях. Планирование, организация и порядок проведения исследований

	основные вопросы, рассматриваемые при исследованиях. Планирование, организация и порядок проведения исследований	
3	Приведены описания физических процессов, имеющих место при взаимодействии электронов с массивными и тонкими образцами. Рассмотрены принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для анализа материалов.	Взаимодействие ускоренных электронов с веществом. Приведены описания физических процессов, имеющих место при взаимодействии электронов с массивными и тонкими образцами. Рассмотрены принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для анализа материалов.
4	Описано техническое оснащение, общая конструкция электронных микроскопов и характеристики аналитической информации, получаемой с использованием различно оснащенных микроскопов. В раздел включены некоторые комментарии по истории развития электронной микроскопии.	Устройство электронных микроскопов. Описано техническое оснащение, общая конструкция электронных микроскопов и характеристики аналитической информации, получаемой с использованием различно оснащенных микроскопов. В раздел включены некоторые комментарии по истории развития электронной микроскопии.
5	Рассматриваются теоретические основы возникновения топографического и элементного контраста, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации при исследовании трехмерных объектов.	Растровая электронная микроскопия Рассматриваются теоретические основы возникновения топографического и элементного контраста, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации при исследовании трехмерных объектов.
6	Описываются физические принципы анализа, кратко рассказывается об	Количественный и полуколичественный рентгеноспектральный микроанализ Описываются физические принципы анализа, кратко рассказывается

	истории развития метода и основных подходах к обработке аналитической информации.	об истории развития метода и основных подходах к обработке аналитической информации.
8	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.	Просвечивающая электронная микроскопия Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.
9	Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.	Дифрактометрия Основными темами лекции являются: физические принципы возникновения электронной дифракции, методики получения картин дифракции электронов в ПЭМ, применение ПЭМ для анализа кристаллических структур материалов.
10	Оптические методы исследования строительных материалов.	Оптические методы Методы исследования, основанные на динамическом рассеянии лазерного излучения.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
3	Приведены описания физических процессов, имеющих место при взаимодействии электронов с массивными и тонкими образцами. Рассмотрены принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для анализа материалов.	решение задач решение задач по применению электронных микроскопов
5	Рассматриваются теоретические основы возникновения топографического и элементного контраста, обсуждаются	анализ изображений РЭМ анализ изображений РЭМ

	некоторые проблемы интерпретации аналитической информации при исследовании трехмерных объектов.	
6	Описываются физические принципы анализа, кратко рассказывается об истории развития метода и основных подходах к обработке аналитической информации.	Количественный и полуколичественный рентгеноспектральный микроанализ решение задач количественного анализа
8	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.	Просвечивающая электронная микроскопия Задачи по проблемам интерпретации аналитической информации.
9	Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.	Дифрактометрия Задачи полуколичественного анализа элементного состава материалов: рентгеноспектральный микроанализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.
10	Оптические методы исследования строительных материалов.	Оптические методы Решение задач по определению параметров динамического светорассеяния.

5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
7	подготовка диэлектрических и электропроводящих массивных и порошковых образцов для анализа на растровом электронном микроскопе.	Подготовка образцов для исследования подготовка диэлектрических и электропроводящих массивных и порошковых образцов для анализа на растровом электронном микроскопе.
8	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ,	Просвечивающая электронная микроскопия Освоение распространенных методик анализа.

	обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.	
9	Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.	Дифрактометрия Освоение программ, применяемых для интерпретации экспериментальных данных полуколичественного анализа элементного состава материалов: рентгеноспектрального микроанализа, спектроскопии характеристических потерь энергии электронов.
10	Оптические методы исследования строительных материалов.	Оптические методы Освоение методик подготовки образцов, для лазерной гранулометрии.

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	3. Цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении	Цели, цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении
2	Цели исследований их содержание и направленность. Объекты исследований и основные вопросы, рассматриваемые при исследованиях. Планирование, организация и порядок проведения исследований	Цели исследований их содержание и направленность. Объекты исследований и основные вопросы, рассматриваемые при исследованиях. Планирование, организация и порядок проведения исследований
3	Приведены описания физических процессов, имеющих место при взаимодействии электронов с массивными и тонкими образцами. Рассмотрены принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для	Взаимодействие ускоренных электронов с веществом. Изучение материалов лекции

	анализа материалов.	
4	Описано техническое оснащение, общая конструкция электронных микроскопов и характеристики аналитической информации, получаемой с использованием различно оснащенных микроскопов. В раздел включены некоторые комментарии по истории развития электронной микроскопии	Устройство электронных микроскопов. Изучение материалов лекции
5	Рассматриваются теоретические основы возникновения топографического и элементного контраста, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации при исследовании трехмерных объектов.	Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию
6	Описываются физические принципы анализа, кратко рассказывается об истории развития метода и основных подходах к обработке аналитической информации.	Количественный и полуколичественный рентгеноспектральный микроанализ Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию
7	подготовка диэлектрических и электропроводящих массивных и порошковых образцов для анализа на растровом электронном микроскопе.	Подготовка образцов для исследования Подготовка к лабораторной работе
8	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической	Просвечивающая электронная микроскопия Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию

	<p>информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.</p>	
9	<p>Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.</p>	<p>Дифрактометрия Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию</p>
10	<p>Оптические методы исследования строительных материалов.</p>	<p>Оптические методы Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию</p>

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Задания выдаются в соответствии с порядковым номером фамилии студента в групповом журнале +1 (первое задание рассмотрено в качестве примера решения задач по ПОЭ). Например, студент с порядковым номером 1 получает задание под номером $1 + 1 = 2$.

Приведенные исходные данные используются в ходе численных экспериментов с заданными вероятностными математическими моделями физических процессов, реализуемых с помощью программы «Моделирование процессов вероятностного характера».

В задании указываются диапазоны, в пределах которых могут находиться значения факторов (нижняя x_{n1} и верхняя x_{v1} границы возможного изменения).

№

п/п Диапазон изменения первого фактора x_1 Диапазон изменения второго фактора x_2

x_{n1} x_{v1} x_{n2} x_{v2}

1 2,3 3,8 2,4 4,2

2 30,4 35,7 30,6 40,6

3 40 50 20 30

4 12,4 24,8 5 10

5 40 60 30 40

6 4,5 10,4 6 16

7 45,5 60,4 24 36

8 5,6 10,8 14 24

9 5,8 10,8 10 15

10 15,6 20,8 1 6

11 10,6 16 18 28

12 26,6 36,6 18 30

13 20,6 32,8 28 38

14 5 10 48,5 60,3

15 31,2 41,8 40,5 50,3

16 22,2 36,9 34,5 44,3

17 14,2 24,6 14,5 24,5

18 24,2 30,6 15,5 20,3

19 34,2 44,6 56,5 62,3

20 28,2 34,8 6,3 12,3

21 38,2 54,8 36,5 38,3

22 48,2 56,8 38,5 48,3

23 31,2 46,8 25,5 30,3

24 28,2 36,8 15,5 28,3

Целью большинства исследований является получение математической модели изучаемого процесса. При использовании ПЭ такими моделями являются различного вида полиномы, аппроксимирующие поведение исследуемых систем в пределах некоторого факторного пространства. Основной идеей использования моделирования процессов вероятностного характера для изучения ПЭ заключается в использовании подобных полиномов для расчета средних значений исследуемого параметра и воспроизведение случайных составляющих процесса, отвечающих условиям воспроизводимости численного эксперимента.

Такой подход позволяет получать исходные данные для решения задач планирования эксперимента в идеальном виде, отвечающим условиям применения ПЭ.

В обобщенном виде использование результатов численных экспериментов для решения задач ПЭ представляет собой процедуру изучения известного процесса (но неизвестного для студентов) в виде полинома с конечной целью установления требуемых по заданию параметров этого процесса. Преимуществом излагаемого подхода к освоению ПЭ является простота контроля правильности выполнения студентами всех процедур, а естественным недостатком – возможность изучения только формальных процедур теории в отрыве от физической сущности процессов. Указанный недостаток можно частично преодолеть, задавая в качестве математической модели полином, соответствующий реальному физическому процессу.

опубликованы в работах [1–7], практические примеры приведены в работах [8, 9].

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	3. Цели, задачи и виды исследований в строительном материаловедении	УК-6.1	Устный опрос
2	Цели исследований их содержание и направленность. Объекты исследований и основные вопросы, рассматриваемые при исследованиях. Планирование, организация и порядок проведения исследований	ПКС-1.1	Устный опрос
3	Приведены описания физических процессов, имеющих место при взаимодействии электронов с массивными и тонкими образцами. Рассмотрены принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для анализа материалов.	ПКС-1.2	опрос
4	Описано техническое оснащение, общая конструкция электронных микроскопов и характеристики аналитической информации, получаемой с использованием различно оснащенных микроскопов. В раздел включены некоторые комментарии по истории развития электронной микроскопии.	ПКС-1.3	Устный опрос
5	Рассматриваются теоретические основы возникновения топографического и элементного контраста, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации при исследовании трехмерных объектов.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	Устный опрос
6	Описываются физические принципы анализа, кратко рассказывается об истории развития метода и основных подходах к обработке аналитической информации.	ПКС-1.2	решение задач
7	подготовка диэлектрических и электропроводящих массивных и порошковых образцов для анализа на растровом электронном микроскопе.	ПКС-1.3	отчёт
8	Освещаются теоретические основы методов ПЭМ, обсуждаются некоторые проблемы интерпретации аналитической информации. Описываются возможности, достоинства и недостатки распространенных методик анализа.	ПКС-1.2	Устный опрос

9	Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3	Устный опрос
10	Оптические методы исследования строительных материалов.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3	Устный опрос
11	Курсовой проект	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, УК-6.1, УК-6.2	
12	Экзамен	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, УК-6.1, УК-6.2	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции _УК-6.1, УК-6.2

Тест 1.

1. По какой причине развитие растровых электронных микроскопов было связано с развитием телевидения?
2. Какие электромагнитные излучения возникают при взаимодействии электронов с веществом?
3. Почему латеральное разрешение рентгеноспектрального анализа в просвечивающем микроскопе выше, чем разрешение при анализе в растровом микроскопе?
4. Как зависит коэффициент вторичной эмиссии δ от атомного номера Z ?
5. Сравните латеральные изображения, полученные регистрацией обратно отраженных и вторичных электронов в растровом микроскопе.
6. Каковы основные различия источников электронов, применяемых в электронных микроскопах?
7. По каким причинам установка монохроматора на приборы с термоэмиссионным катодом будет вредна для экспериментатора?
8. Чем вызваны сферические и хроматические aberrации магнитных линз, сформулируйте определение коэффициентов aberrаций?
9. Можно ли осуществить поворот изображения, получаемого в магнитной линзе от объекта, без поворота самого объекта? Если можно, то каким образом?

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции _ПКС-1.1., ПКС-1.2, ПКС-1.3

Тест 2

1. Вследствие какого типа взаимодействия возникает непрерывное рентгеновское излучение?
2. Назовите основные поправки вводимые в методе ZAF-коррекции и объясните их физический смысл?
3. По какой причине анализ волновым спектрометром целесообразно осуществлять только с полированных образцов?
4. Какой кристалл-анализатор лучше выбрать для анализа содержания бария по $La1$ линии – 4466,26 кэВ?

Тест 3.

1. Какие характеристики объекта необходимо знать для проведения электронно-микроскопического анализа хорошего качества?
2. Можно ли получить качественное изображение диэлектрического образца без напыления проводящей пленки?
3. Чем обусловлен выбор материала и метода напыления электропроводящей пленки?
4. Как и зачем удаляют разориентированный слой после механического шлифования?
5. Перечислите структурные составляющие nanoиндустрии.
6. Дайте определение нанотехнологий с перечислением составных частей (7 пунктов).
7. Перечислите известные Вам наноматериалы.
8. Перечислите известные Вам nanoинструменты.
9. Дайте определение нанометрологии.
10. Перечислите преимущества использования стандартов в nanoиндустрии.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего

контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. По какой причине развитие растровых электронных микроскопов было связано с развитием телевидения?
2. Какие электромагнитные излучения возникают при взаимодействии электронов с веществом?
3. Почему латеральное разрешение рентгеноспектрального анализа в просвечивающем микроскопе выше, чем разрешение при анализе в растровом микроскопе?
4. Как зависит коэффициент вторичной эмиссии δ от атомного номера Z ?
5. Сравните латеральные изображения, полученные регистрацией обратно отраженных и вторичных электронов в растровом микроскопе.
6. Каковы основные различия источников электронов, применяемых в электронных микроскопах?
7. По каким причинам установка монохроматора на приборы с термоэмиссионным катодом будет вредна для экспериментатора?
8. Чем вызваны сферические и хроматические aberrации магнитных линз, сформулируйте определение коэффициентов aberrаций?
9. Можно ли осуществить поворот изображения, получаемого в магнитной линзе от объекта, без поворота самого объекта? Если можно, то каким образом?

10. Вследствие какого типа взаимодействия возникает непрерывное рентгеновское излучение?
11. Назовите основные поправки вводимые в методе ZAF-коррекции и объясните их физический смысл?
12. По какой причине анализ волновым спектрометром целесообразно осуществлять только с полированных образцов?
13. 8. Какой кристалл-анализатор лучше выбрать для анализа содержания бария по $L\alpha_1$ линии – 4466,26 кэВ?
14. Какие характеристики объекта необходимо знать для проведения электронно-микроскопического анализа хорошего качества?
15. Можно ли получить качественное изображение диэлектрического образца без напыления проводящей пленки?
16. Чем обусловлен выбор материала и метода напыления электропроводящей пленки?
17. Как и зачем удаляют разориентированный слой после механического шлифования?
18. Перечислите структурные составляющие наноиндустрии.
19. Дайте определение нанотехнологий с перечислением составных частей (7 пунктов).
20. Перечислите известные Вам наноматериалы.
21. Перечислите известные Вам наноинструменты.
22. Дайте определение нанометрологии.
23. Перечислите преимущества использования стандартов в наноиндустрии.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Названия практических заданий соответствуют темам задач, указанных в разделах программы.

1. Решение задач по применению электронных микроскопов
2. Анализ изображений РЭМ
3. Решение задач количественного рентгеноспектрального анализа
4. Задачи по проблемам интерпретации аналитической информации.
5. Задачи полуколичественного анализа элементного состава материалов: рентгеноспектральный микроанализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.
6. Решение задач по определению параметров динамического светорассеяния.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Математическое моделирование процессов вероятностного характера, решение оптимизационных и регрессионных задач. Смотри: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1931>

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 45 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	--	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Мандель А. Е., Метрология в оптических телекоммуникационных системах, Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014	http://www.iprbookshop.ru/72128.html
2	Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Норин В. А., Абросимова А. А., Новиков В. И., Трунова Е. В., Метрология, стандартизация и сертификация. Технические измерения, СПб., 2016	ЭБС
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Угольников А. В., Метрология. Электрические измерения, Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019	ЭБС
2	Латышенко К. П., Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей ОВЕН, Саратов: Вузовское образование, 2019	ЭБС

3	Дворянинова О. П., Клейменова Н. Л., Назина Л. И., Орловцева О. А., Руководство по выполнению курсовой работы (проекта) для дисциплин «Взаимозаменяемость и нормирование точности», «Метрология, стандартизация и сертификация», Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019	ЭБС
4	Коминов С. В., Метрология: Технические измерения и приборы, Москва: МИСИС, 2009	ЭБС
5	Коминов С. В., Метрология, технические измерения и приборы, Москва: МИСИС, 2010	ЭБС
6	Пудовкин А. П., Панасюк Ю. Н., Метрология и радиоизмерения, Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011	http://www.iprbookshop.ru/64113.html
7	Каржаубаев К., Метрология и метрологическое обеспечение производства, Алматы: Нур-Принт, 2011	http://www.iprbookshop.ru/67101.html
8	Сергеев А. Г., Метрология. История, современность, перспективы, Москва: Логос, Университетская книга, 2011	http://www.iprbookshop.ru/70696.html
9	Латышенко К. П., Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей «Корунд», Саратов: Вузовское образование, 2019	ЭБС
10	Сергеев А. Г., Нанометрология, Москва: Логос, 2012	http://www.iprbookshop.ru/9122.html
1	Латышенко К. П., Метрология и измерительная техника, Саратов: Вузовское образование, 2019	ЭБС
2	Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Степанов С. А., Методика преподавания дисциплин "Материаловедение", "Технология конструкционных материалов", "Метрология, стандартизация и сертификация" в высших учебных заведениях, СПб., 2012	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Метрология, новостной сайт	http://www.antic-r.ru/metrologia.htm#
Учебник Метрология	http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook109/01/title.htm
Библиоэка	http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8686

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Интернет-тренажеры в сфере образования	http://www.i-exam.ru
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
1С Обуч. Программированию версия 8.3	договор № 1-120718-ЛД от 31.07.2018г ООО «Рурешь»
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Notepad++ версия 7.7.1	свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
---	---

39. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
39. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио- система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
39. Межкафедральная лаборатория: Секция Г	Печь старения битума в тонком слое (метод RTFOT) ГОСТ 33140-2014; Электромеханический пресс для испытаний асфальтобетонных образцов ПНСТ109-2016, ПНСТ113-2016; Автоматический универсальный ударный уплотнитель Маршалла ПНСТ 110-2016, Приложение К ПНСТ 184-2016; Аппарат автоматический для определения температуры хрупкости битумов ГОСТ 11507-78, ГОСТ 33143-2014; Весы лабораторные с крюком для гидростатического взвешивания асфальтобетонных образцов ПНСТ 92-2016, ПНСТ 106-2016, ПНСТ 107-201; Камера пропарочная универсальная ГОСТ 22783-77 ГОСТ 10180-2012 ГОСТ 310.4-81; Комплект "Вакуумный пикнометр" для определения максимальной плотности асфальтобетонной смеси ПНСТ 92-2016; Комплект для теста "Песчаный эквивалент" ГОСТ 33052-20; Комплект сит для контроля качества минеральных заполнителей ГОСТ 33029-2014 ПНСТ; Комплект сит для контроля качества минеральных заполнителей ПНСТ 75-2015; Пенетрометр автоматический для определения пенетрации нефтебитумов ГОСТ 11501-78; Прибор для определения глубины вдавливания штампа при испытании литых асфальтобетонных смесей ГОСТ Р 54400-2011; Морозильная камера ГОСТ 10060-2012 ГОСТ 8269.0-97 ГОСТ 5802-86 ПНСТ 113-2016

39. Лаборатория Строительных материалов
2-я Красноармейская ул. д. 4
Ауд. 38-1, 38-2

Комплект учебной мебели, штангенциркуль, Объемомер (ЛеШателье), Вакуумный шкаф, Весы лабораторные ВЛТЭ-500, ВЛТЭ1200, Круг истирания, Копер КИ, Линейка металлическая, Угольник металлический, Весы электронные ПВ- 30, Весы электронные настольные МК3.2 А20, Весы настольные циферблатные РНЗЦ13У, Пресс гидравлический ПСУ-10, Пресс гидравлический ПСУ-50, Пресс гидравлический ПСУ-250, Испытательная машина ИП-1, Пресс гидравлический СО 4 1500/25 0 кН, Прибор Вика ОГЦ – 1, Вискозиметр ВС, Сито механическое, Форма балочки металлическая, Машина испытательная ОП-6, Секундомер, Чаша затворения, Столик встряхивающий ЛВС, Виброплощадка, Стандартный набор сит, Прибор для определения насыпной плотности ЛОВ, Мерные цилиндрические сосуды «МП», Сушильный шкаф SNOЛ 67/350, Цилиндр для определения марки щебня по дробимости, Форма металлическая 2-х гнездная, Конус стандартный КА, Весы электронные общего назначения ТВ-5-60.2.-А3, Конус СтройЦНИИЛа, Форма металлическая 3-х гнездная, Пенетрометр ЛП, Дуктилометр, Прибор «Кольцо и шар» КШ, Испытательная машина Р -0,5, Электродпечь муфельная лабораторная МП2УМ, Шкаф сушильный СНОЛ, Маятниковый прибор, Удар- тестер, Бюретка, Прибор Вика для гипса DIN 1164, Электроплитка 2 конфорки, Колбы плоскодонные, Термосные колбы, Прибор для определения водоудерживающей способности, Весы для гидростатического взвешивания DL 3000.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.