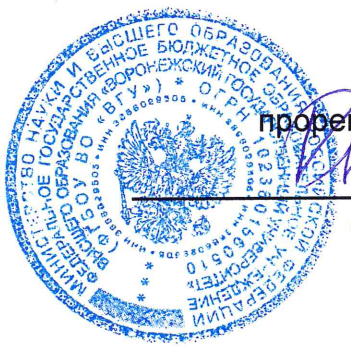
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



Утверждаю
Первый проректор –
проректор по учебной работе
_____Е.Е. Чупандина
___.___.2022

Дополнительная образовательная программа
повышения квалификации

тип программы

Высокоточная диагностика и синхротронные исследования функциональных материалов и наноразмерных структур для перспективных технологий и технических систем

название программы

Категория обучающихся: обучающиеся и выпускники вузов естественно-научных направлений подготовки, работники ВГУ, сторонние физические лица

Объем программы: 72 часа

Форма обучения: очная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Воронеж

2022

I. Общая характеристика программы

1.1. Цели реализации программы:

- формирование базового набора знаний по использованию синхротронных и лабораторных диагностических исследовательских технологий у потенциальных пользователей инфраструктурных решений установок класса «мегасайенс»: студентов старших курсов, научно-педагогического персонала, представителей организаций реальных секторов экономики;
- создание основы для модернизации исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации, в том числе путем увеличения численности подготовленного персонала, в области проведения синхротронных исследований (разработок) и смежных областях, непосредственно связанных с высокоточной диагностикой, современными исследовательскими технологиями и практиками в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем;
- овладение базовыми навыками и знаниями в области основных и новых подходов к высокоточной диагностике от лабораторного уровня до использования установок класса «мегасайенс» для исследований функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем прорывных разработок науки и промышленности.

1.2. Планируемые результаты обучения: по результатам повышения квалификации по данной дополнительной образовательной программе слушатели должны:

- **знать:** синхротронные технологии в сочетании с современными основными методами и подходами в области высокоточной диагностики функциональных нано-био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем;
- **уметь:** определить необходимые и достаточные условия для применения высокоточных исследовательских практик и их эффективных сочетаний в области высокоточной диагностики функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем, включая использование источников синхротронного излучения;
- **владеть навыками:** практического применения высокоточных исследовательских практик и их эффективных сочетаний в области высокоточной диагностики функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем, включая использование источников синхротронного излучения.

1.3. Профессиональные компетенции обучающегося, развиваемые в результате освоения дополнительной образовательной программы (в рамках имеющейся квалификации):

- подбирает эффективное сочетание высокоточных методов диагностики, в том числе для сочетания с использованием синхротронного излучения для решения задач в области применения функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем;
- обоснованно использует эффективное сочетание высокоточных методов диагностики, в том числе для сочетания с применением синхротронного излучения для решения задач в области применения функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур для перспективных технологий и технических систем.

II. Учебный план

	Наименование дисциплин	Всего, час.	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1.	Современные методы лабораторной диагностики.	24	8	10	8	Опрос
2.	Синхротронные технологии и современные методы диагностики.	24	8	8	8	Опрос
3.	Современная исследовательская инфраструктура (для функциональ-ных нано- био- и гибридных матери-алов перспективных технологий и технических систем).	20	6	4	8	Опрос
4.	Итоговая аттестация	4				Зачет в форме тестирования
5.	Итого	72				

Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий: учебные материалы размещаются в электронной информационно-образовательной среде вуза «Электронный университет ВГУ – Moodle» (https://edu.vsu.ru/) для обеспечения возможности дистанционного освоения учебного материала и самостоятельной работы слушателей (электронный курс «Высокоточная диагностика нано- био- и гибридных материалов для современных технологий включая синхротронные исследования» – https://edu.vsu.ru/mod/data/view.php?d=173&mode=single&page=321).

Руководитель дополнительной образовательной программы _____ Турищев С.Ю.
подпись ФИО

III. Рабочие программы учебных дисциплин

1. Современные методы лабораторной диагностики

Цели: овладение базовой и углубленной информацией об основных методах и подходах современной лабораторной диагностики включая используемые в сочетании с синхротронными технологиями.

Задачи: понимание способов эффективного использования основных методов и подходов современной диагностики лабораторного уровня, в том числе в сочетании с синхротронными технологиями для функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Раздел 1. Электронная микроскопия (10 час.).

Тема 1. Основы методов электронной микроскопии.

Знакомство с основными методами и подходами электронном микроскопии.

Тема 2. Оборудование методов электронной микроскопии.

Знакомство с современным оборудованием электронном микроскопии.

Тема 3. Применение методов электронной микроскопии.

Основы применения современных методов электронном микроскопии.

Перечень практических (лабораторных) работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1	Растровая электронная микроскопия (2 час.)
2	Просвечивающая электронная микроскопия (2 час.)

Раздел 2. Анализ структуры и состава материалов (7 час.).

Тема 1. Основы методов анализа структуры и состава материалов.

Знакомство с основными методами и подходами анализа структуры и состава материалов.

Тема 2. Оборудование методов анализа структуры и состава материалов.

Знакомство с современным оборудованием для анализа структуры и состава материалов.

Тема 3. Применение методов анализа структуры и состава материалов.

Основы применения современных методов анализа структуры и состава материалов.

Перечень практических (лабораторных) работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1	Структурный анализ (1 час.)
2	Элементный анализ (1 час.)

Раздел 3. Методы рентгеноэлектронной спектроскопии (7 час.).

Тема 1. Основы методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Знакомство с основными методами и подходами методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Тема 2. Оборудование методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Знакомство с современным оборудованием методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Тема 3. Применение методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Основы применения современных методов рентгеноэлектронной спектроскопии.

Перечень практических (лабораторных) работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1	Рентгеноэлектронная спектроскопия (2 час.)
2	Методики рентгеноэлектронной спектроскопии (2 час.)

Примерный перечень вопросов для текущей аттестации (в формате опроса).
1. Физические принципы, лежащие в основе растровой электронной микроскопии.
2. Физические принципы, лежащие в основе просвечивающей электронной микроскопии.
3. Основные преимущества/ограничения растровой электронной микроскопии.
4. Основные преимущества/ограничения просвечивающей электронной микроскопии.
5. Основы структурного анализа, преимущества и ограничения.
6. Основы элементного анализа, преимущества и ограничения.
7. Физические принципы, лежащие в основе рентгеноэлектронной спектроскопии.
8. Основные методики и ограничения рентгеноэлектронной спектроскопии.
9. Оборудование лабораторных методов диагностики и специфика использования.
10. Специфика комплексных исследований лабораторными методами диагностики.

2. Синхротронные технологии и современные методы диагностики

Цели: овладение базовой и углубленной информацией об основных методах и подходах современной высокоточной диагностики на основе синхротронных технологий.

Задачи: понимание способов эффективного использования основных методов и подходов современной высокоточной диагностики на основе синхротронных технологий для функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Раздел 1. Синхротронные источники излучения (6 час.).
Тема 1. Состав синхротронных источников излучения.
Знакомство с основными элементами синхротронных источников излучения.
Тема 2. Основы работы синхротронных источников излучения.
Знакомство с принципами работы синхротронных источников излучения.
Тема 3. Использование синхротронных источников излучения.
Основы использования синхротронных источников излучения.

Раздел 2. Методы синхротронной диагностики (16 час.).
Тема 1. Основы рентгеноэлектронных методов исследования структуры и состава с использованием синхротронного излучения.
Знакомство с основными рентгеноэлектронными методами исследований структуры и состава с использованием синхротронного излучения.
Тема 2. Применение рентгеноэлектронных методов исследования структуры и состава с использованием синхротронного излучения.
Основы применения рентгеноэлектронных методов исследования структуры и состава с использованием синхротронного излучения.
Тема 3. Исследовательская инфраструктура использования синхротронного излучения.
Основы выбора и использования исследовательской инфраструктуры источников синхротронного излучения.

Перечень практических (лабораторных) работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1	Подготовка синхротронного эксперимента (2 час.)
2	Синхротронная рентгеноэлектронная спектроскопия (4 час.)
3	Синхротронная рентгеноэлектронная спектромикроскопия (2 час.)

Примерный перечень вопросов для текущей аттестации (в формате опроса).
1. Физические принципы, лежащие в основе работы синхротронных источников излучения.
2. Виды синхротронных источников излучения.
3. Основные элементы синхротронного источника.
4. Основные преимущества и недостатки использования синхротронного излучения.
5. Синхротронные методы рентгеноэлектронной спектроскопии, преимущества/ограничения.

6. Синхротронная рентгеноэлектронная спектромикроскопия, преимущества/ограничения.
7. Основы и принципы выбора и использования исследовательской инфраструктуры источников синхротронного излучения.
8. Подготовка синхротронного исследовательского проекта.
9. Реализация синхротронного исследовательского проекта.
10. Сочетание лабораторных и синхротронных методов и подходов в диагностике.

3. Современная исследовательская инфраструктура (для функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем)

Цели: овладение базовой и углубленной информацией о современной исследовательской инфраструктуре исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Задачи: понимание способов эффективного использования инфраструктуры исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Раздел 1. Современная инфраструктура исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем (6 час.).

Тема 1. Способы построения современной инфраструктуры исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Знакомство с современной инфраструктурой исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Раздел 2. Место синхротронных технологий в современной инфраструктуре исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем (14 час).

Тема 1. Синхротронные технологии в современной инфраструктуре исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Основы использования синхротронных технологий в современной инфраструктуре исследований и разработок в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур перспективных технологий и технических систем.

Перечень практических (лабораторных) работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1	Подготовка общего проекта комплексного исследования с применением синхротронных технологий (2 час.)
2	Подготовка к комплексному исследованию и применению синхротронных технологий (4 час.)

Примерный перечень вопросов для текущей аттестации (в формате опроса).

1. Виды современной исследовательской инфраструктуры.
2. Построение современной исследовательской инфраструктуры.
3. Специфика современной исследовательской инфраструктуры в области функциональных нано- био- и гибридных материалов и структур.
4. Перспективы развития современной исследовательской инфраструктуры.
5. Основы применения современной исследовательской инфраструктуры.
6. Синхротронные технологии в инфраструктуре исследований и разработок.
7. Крупные научные установки класса «мегасайенс».
8. Подготовка комплексного исследования (проекта).

IV. Методические рекомендации и пособия по реализации учебной программы

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных данной программой; оснащены оборудованием, техническими средствами обучения, программными продуктами, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета. К числу основных единиц оборудования следует отнести: сканирующие электронные микроскопы Jeol JEOL JSM-6380LV и JSM-6510LV с системами микроанализа INCA, просвечивающий электронный микроскоп Carl Zeiss LIBRA 120 PLUS, рентгеновские дифрактометры Thermo Scientific ARL X'TRA и Empyrean B.V. PANalytica, оптические микроскопы Carl Zeiss и Bressler, Оже-электронный спектрометр ЭСО-3, комплекс оборудования канала вывода НАНОФЭС установки класса "мегасайенс" синхротрона КИСИ, компьютеры DELL и ноутбуки стандартной производительности на базе 2-х ядерного процессора Intel Core i3 девятого поколения, стационарный мультимедийный проектор InFocus/Samsung. Специализированная проекционная панель, светочувствительный экран.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав и необходимость использования определяется в рабочих программах дисциплин и подлежит обновлению при необходимости). К числу основных используемых программных продуктов относятся Microsoft Office 2019, Corel Draw 2021 (договор 3010-16/81-21 от 20.08.2021), Microsoft Windows 7, Windows 10 договор (3010-15/207-19 от 30.04.2019), PhysPro версия 0.5 и 1.0 (разработка ВГУ), CasaXPS, Origin LAB Origin Viewer, ZOOM (свободно распространяемое ПО).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину, проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин и подлежит обновлению (при необходимости).

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

Пособия необходимые для реализации учебной программы имеются в доступе обучающимся, в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин и подлежит обновлению (при необходимости).

Освоение каждой дисциплины заканчивается опросом (примерный перечень вопросов представлен в разделе III).

V. Литература

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Фетисов, Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г. В. Фетисов. - М. : Физматлит, 2007. - 672 с. ISBN 978-5-9221-0805-8.
2	Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия : учебное пособие : [16+] / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – Часть I. – 134 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228943 – ISBN 978-5-7782-2158-1. – Текст : электронный.
3	Анисович, А. Г. Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А. Г. Анисович ; Национальная академия наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 209 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483969 – Библиогр.: с. 199-205. – ISBN 978-985-08-2112-6. – Текст : электронный.
4	Ищенко, А. А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля : монография / А. А. Ищенко, Г. В. Фетисов, Л. А. Асланов .— Москва : Физматлит, 2011 .— 647 с. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-9221-1369-4 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467660>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Пентин, Ю. А. Физические методы исследования в химии : учебник для студ. вузов / Ю. А. Пентин, Л.В. Вилков .— М. : Мир, 2006 .— 683 с. (50)
2	Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .— М. : Мир, 1987 .— 600 с.
3	Физика рентгеновских лучей / М.А. Блохин .- 2-е изд., перераб. - М. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957 . – 518 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	http://www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
2.	Интернет-ресурс и база данных http://srdata.nist.gov/xps/
3.	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru
4.	Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru
5.	Научная электронная библиотека http://elibrary.ru
6.	Интернет-ресурс Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 – 2027 годы https://sn.ntr.ru/
7.	Интернет-ресурс Курчатовского комплекса синхротронно-нейтронных исследований национального исследовательского центра «Курчатовский институт» http://kcsni.nrcki.ru/

г) перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Рентгеновская дифрактометрия нанокристаллов / Ю.А. Юраков, С. Ю. Турищев, О. А. Чувенкова, С.А. Ивков, В.В. Логачев // Учебное пособие. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019, - 59 с. ISBN 978-5-9273-2913-7
2	Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1 / С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42. ISBN 978-5-9273-2268-8
4	Синхротронное излучение в исследовании твердых тел : Сб. статей / пер. с анг. и нем. О.Ф. Куликова, В.В. Михайлина; под ред. А.А. Соколова.- М. : Мир, 1970 .- 290 с.
5	Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов // Изд-во

	Физматлит. – 2007. – Москва. – С. 672.
6	Физические методы исследования поверхности твердых тел / В.И. Нефедов, В.Т. Черепин ; АН СССР, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова .— М. : Наука, 1983 .— 294 с.
7	Анализ поверхности методами Оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .— М. : Мир, 1987 .— 600с.

VI. Авторы:

Заведующий кафедрой общей физики физического факультета, д.ф.-м.н., доцент _____ (подпись) Турищев С.Ю. (ФИО)

Доцент кафедры биофизики и биотехнологии медико-биологического факультета, д.б.н. _____ (подпись) Антипов С.С. (ФИО)

VII. Кадровое обеспечение дополнительной образовательной программы

№п/п	Дисциплины (модули)	Характеристика педагогических работников							
		Фамилия, имя, отчество, должность по штатномурасписанию	Какое образовательное учреждение окончил, специальность (направление подготовки)	Ученая степень, ученое (почетное) звание, квалифика-ционная категория	Стаж педагогический (научно-педагогической) работы			Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности
					всего	в т.ч. педагогической работы			
						всего	в т.ч. по указанной дисциплине		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Современные методы лабораторной диагностики	Антипов С.С., доцент	ВГУ	д.б.н.	10	15	-	ВГУ	По договору
		Занин И.Е., доцент	ВГУ	к.ф.-м.н доцент	22	22	-	ВГУ	По договору
		Синельников А.А., доцент	ВГТУ	к.ф.-м.н. доцент	10	10	-	ВГУ	По договору
		Пелагина А.К., инженер	ВГУ	-	2	0	-	ВГУ	По договору
		Беликов Е.А., инженер	ВГУ	-	2	0	-	ВГУ	По договору
2	Синхротронные технологии и современные методы диагностики	Турищев С.Ю., зав. каф.	ВГУ	д.ф.-м.н. доцент	18	18	-	ВГУ	По договору
		Антипов С.С., доцент	ВГУ	д.б.н.	10	15	-	ВГУ	По договору
		Паринова Е.В., доцент.	ВГУ	к.ф.-м.н.	7	1	-	ВГУ	По договору
		Чувенкова О.А., доцент.	ВГУ	к.ф.-м.н	15	1	-	ВГУ	По договору
3	Современная исследовательская инфраструктура (для функциональных материалов и наноструктур перспективных технологий и технических систем)	Турищев С.Ю., зав. каф.	ВГУ	д.ф.-м.н. доцент	18	18	-	ВГУ	По договору
		Антипов С.С., доцент	ВГУ	д.б.н.	10	15	-	ВГУ	По договору

VIII. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

1. Текущие аттестации проводятся в формате опроса. Примерный перечень вопросов представлен в разделе III.

2. Итоговая аттестация (зачет) проводится в формате тестирования.

Критерии оценки результатов обучения (зачтено / не зачтено)

Зачтено: По результатам прохождения теста дано более 75% правильных ответов.

Не зачтено: По результатам прохождения теста дано менее 75% правильных ответов.

Пример типового теста.

1. Физические явления, лежащие в основе растровой электронной микроскопии.
   - отражение электронов
   - поглощение электронов
   - ионизация атомов материала
   - испускание рентгеновских лучей
2. Физические явления, лежащие в основе просвечивающей электронной микроскопии.
   - отражение электронов
   - поглощение электронов
   - ионизация атомов материала
   - испускание рентгеновских лучей
5. Тип упорядочения атомов материала для структурного анализа.
   - монокристаллический
   - поликристаллический
   - нанокристаллический
   - аморфный
6. Источник возбуждения фотоэлектронного спектра
   - рентгеновское излучение
   - вакуумный ультрафиолет
   - гамма-излучение
   - заряженные частицы
7. Глубина зондирования рентгеноэлектронной спектроскопии
   - ангстремы
   - нанометры
   - микрометры
   - неограниченно

8. Какие из методов можно считать чувствительными к поверхности изучаемого объекта
   - растровая электронная микроскопия
   - просвечивающая электронная микроскопия
   - рентгеновская дифракция
   - спектроскопия поглощения рентгеновских лучей

9. Какие из методов можно считать чувствительными к объему изучаемого объекта
   - зондовая микроскопия
   - просвечивающая электронная микроскопия
   - рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия
   - рентгено-флуоресцентный анализ

10. Сколько поколений существует для синхротронных установок

- одно
- два
- три
- четыре

11. Источник синхротронного излучения.
    - электроны
    - протоны
    - фотоны
    - нейтроны

12. Основные преимущества синхротронного излучения
    - постоянство длины волны
    - вариабельность длины волны
    - естественная коллимированность
    - естественная монохроматизация

13. Основные недостатки синхротронного излучения
    - доступность
    - импульсный характер
    - протяженный спектр
    - высокая интенсивность

14. К элементам синхротронной исследовательской инфраструктуры относятся
    - канал вывода синхротронного излучения
    - энергоанализатор
    - накопительное кольцо
    - электронная пушка

15. Синхротронное излучение это
    - ионы
    - электроны
    - фотоны
    - гамма-кванты

16. Основные характеристики синхротронного источника для диагностики материалов
    - ток накопительного кольца
    - имеющиеся диагностические станции
    - доступная интенсивность синхротронного излучения
    - доступный диапазон энергии синхротронного излучения

17. Рентгеноэлектронная спектромикроскопия ограничена латеральной областью
    - нанометры
    - микрометры
    - ангстремы
    - миллиметры

18. Установка класса «мегасайенс» это
    - микроскоп
    - дифрактометр
    - синхротронный источник
    - технологический кластер

19. Виды исследовательской инфраструктуры
    - лабораторная

- локализованная
- распределенная
- синхротронная

20. Синхротронный проект может быть
- научно-исследовательским
- технологическим
- комплексным
- индустриальным

IX. Составители программы

Турищев Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей физики физического факультета, доктор физико-математических наук, доцент (разделы 1, 2, 3).

Антипов Сергей Сергеевич, доцент кафедры биофизики и биотехнологии медико-биологического факультета, доктор биологических наук (разделы 1, 3).