

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(ИОНХ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИОНХ РАН
чл.-корр.РАН В.К.Иванов
« 03 » ноября 2020г.



Программа
дополнительного профессионального образования
(повышение квалификации)

**«Метод низкотемпературной адсорбции азота
для анализа текстурных характеристик материалов»**

Москва
2020 г.

1. Дополнительная профессиональная программа повышения профессиональной квалификации разработана на основании требований соответствующего Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.02 Химия, физика и механика материалов (уровень магистратуры), утвержденным приказом от 17 июля 2017 г. № 670 Министерством образования и науки РФ.

2. Рассмотрено и одобрено директором ИОНХ РАН, чл.-корр.РАН В.К.Ивановым, приказ № 41-асп от 03.11.2020 г.

3. Разработчики:

Баранчиков Александр Евгеньевич - кандидат химических наук, доцент, заведующий Лабораторией синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН;

Япрынцев Алексей Дмитриевич - старший преподаватель, научный сотрудник Лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН.

Пояснительная записка

Программа «Метод низкотемпературной адсорбции азота для анализа текстурных характеристик материалов» направлена на изучение современных методов исследования нано- и высокодисперсных неорганических материалов с использованием методов рентгеновской дифракции, низкотемпературной адсорбции азота и растровой электронной микроскопии.

Программа позволяет овладеть теоретическими основами методов, области применения, основами пробоподготовки; изучить программное обеспечение, решать современные материаловедческие задачи с использованием данных методов анализа; получить и закрепить навыки экспериментального исследования адсорбционных процессов на современном оборудовании.

Программа разработана в соответствии с нормативными документами:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Минобрнауки России от 01 июля 2013 г. № 499 (ред. от 15.11.2013 г.) «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (Зарегистрировано в Минюсте России 20 августа 2013 г. № 29444);
- Приказом Минобрнауки России от 12 сентября 2013 г. № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования» (с изменениями на 30 августа 2019 года);
- Приказом Минобрнауки России от 17 июля 2017 г. № 670 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 04.04.02 Химия, физика и механика материалов»;
- Проектом Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ Об утверждении профессионального стандарта «Научный работник (научная (научно-исследовательская) деятельность)».

Целью освоения программы является совершенствование профессиональных компетенций в области изучения и применения метода низкотемпературной адсорбции азота для анализа текстурных характеристик материалов.

1 . Требования к результатам освоения программы

1.1. Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы повышения квалификации слушатель должен обладать следующие компетенции:

Код компетенции	Совершенствуемые компетенции	Планируемые результаты
ПК - 1	Готовность, основанная на реальном опыте работы, к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ в области химии, физики, механики, наук о материалах и нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов.	Знать: - виды и принципы работы приборов электронной микроскопии; - информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов; - теоретические основы методов, области применения, основы пробоподготовки, обзор программного обеспечения.
		Уметь: - осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; - получить и провести содержательную интерпретацию научного результата; - делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента.
		Владеть: - принципами выбора метода микрорентгеноспектрального анализа для решения конкретной научно-исследовательской задачи;

ПК-2	Способность выработки новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов и наноматериалов с заданными свойствами, решение фундаментальных задач в области современного фундаментального материаловедения и нанотехнологий.	Знать: - современные проблемы физики и химии;
		Уметь: - обрабатывать данные, полученные на электронном микроскопе – применительно к конкретным образцам-наноматериалам. - использовать знания для решения фундаментальных и прикладных задач, технологических задач;
		Владеть: - принципами постановки электронно-микроскопических исследований для решения разнообразных структурных задач. - методиками подготовки поверхности образцов для исследований.
ПК-3	Способность к разработке новых, оригинальных и высокоэффективных, технологий получения современных материалов, биоматериалов и наноматериалов.	Знать: - способы защиты, хранения информации при проведении научных исследований.
		Уметь: - создавать авторские и пользоваться стандартными банками компьютерных программ и банками данных.
		Владеть: - навыками получения изображения в растровом электронном микроскопе и формировании спектров характеристического рентгеновского излучения; - навыками анализа возможности создания новых методик и технологий на базе проведенных исследований.
ПК-4	Готовность к экспертному исследованию с помощью современных методов анализа природы химических, физических и	Знать: - современные достижения наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические,

	механических свойств материалов и наноматериалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза.	поверхностные и другие материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой; - методики подготовки изучаемых объектов, обработки и анализа результирующей информации. Уметь: - извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. - самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации. Владеть: - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
ПК-5	Готовность к самостоятельной высококвалифицированной эксплуатации современного синтетического и аналитического оборудования и приборов по избранному направлению исследований	Знать: - устройство растрового электронного микроскопа и основ физических процессов, протекающих в твердом теле при взаимодействии с электронным пучком; - порядок работы в программном обеспечении микроскопа и анализаторов. Уметь: - выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования вещества с помощью нано- и микросистемного оборудования - правильно интерпретировать полученные результаты.

		Владеть: - навыками использования растрового электронного микроскопа для исследования микроструктуры материалов.
ПК-6	Готовность к научной организации эксперимента, логистики средств и времени, проектирование научно-исследовательских работ в области наук о материалах и нанотехнологий.	Знать: - теорию, методы и способы организации научного эксперимента. Уметь: - организовывать и контролировать эффективное использование необходимых ресурсов. - представлять научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований в научных публикациях; - подавать заявки на изобретения. Владеть: - навыками анализа, систематизации результатов исследования; - навыками представления научно-обоснованных выводов по результатам экспериментальных исследований в виде научных отчетов, публикаций, проектов, презентаций.

1.2. Требования к слушателям (категории слушателей).

К освоению дополнительной профессиональной программы допускаются: лица, имеющие высшее образование.

1.3. Форма обучения: очная.

1.4. Трудоемкость: 36 ч.

2. Объем и содержание программы

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной деятельности	Зачетные единицы	Академические часы, из них по семестрам:
Аудиторные занятия (всего):	1	36
Лекционные занятия (ЛЗ)		6
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛЗ)		10
Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации (СР)		6
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		2 Зачет
Общая трудоемкость	1	36

2.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование раздела, темы	Содержание	Количество часов			
			ЛЗ	ПЗ	ЛР	СР
1	Модуль 1. Дифракция рентгеновского излучения Тема 1.1. Основы порошковой рентгеновской дифракции.	Вводная часть. Рентгеновское излучение. Источники рентгеновского излучения. Условия дифракции. Основной закон дифракции. Оборудование для порошковой рентгеновской дифракции и геометрии дифрактометров. Рентгенофазовый анализ Пробоподготовка. Основы качественного дифракционного эксперимента. Общие возможности и ограничения метода. Высоко- и низкотемпературный рентгенофазовый анализ и коэффициент термического расширения. Качественный рентгенофазовый анализ. Базы данных. Различные методы количественного рентгенофазового анализа. Анализ рентгеноаморфных объектов. Рассеяние рентгеновского и нейтронного излучения. Источники синхротронного и нейтронного излучения. Профильный анализ дифрактограмм. Параметры дифракционного пика. Основные вклады в уширение дифракционных пиков. Дисперсность областей когерентного рассеяния и формула Шеррера. Макро- и микронапряжения кристаллической решетки. Формула Стокса-Вильсона. Разделение вкладов дисперсности и напряжений II рода. Уточнение параметров элементарной ячейки по МНК. Метод полнопрофильного анализа дифрактограмм и метод Ритвельда. Программное обеспечение JANA2006. Методы анализа полидисперсных кристаллических материалов. Распределение областей когерентного рассеяния по размерам из данных	4	4		2

		рентгеновской дифракции.					
2	Модуль 2. Метод низкотемпературной адсорбции азота. Тема 2.1. Основы термодинамики адсорбционных явлений.	Адсорбция. Изотермы адсорбции. Закон Генри. Уравнение Фрейндлиха. Теория адсорбции Ленгмюра. Изотерма Холси. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эмметта-Теллера (БЭТ). Константа БЭТ. Расчет размера частиц по адсорбционным данным. Термодесорбция.	2	4	2		
3	Модуль 3. Методы анализа пористости. Тема 3.1. Теория капиллярной конденсации. Тема 3.2. Основы методов ртутной и гелиевой пикнометрии.	Типы сорбентов. Уравнение Кельвина. Классификация полных изотерм адсорбции. Классификация формы петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса. <i>t</i> -метод. Анализ удельного содержания микро-, мезо- и макропор.		2	4	2	
4.	Модуль 4. Аппаратное обеспечение Тема 4.1. Анализ и обработка текстурных характеристик материалов.	Оборудование для проведения анализа методом низкотемпературной адсорбции азота. Пробоподготовка. Обработка данных.		2	4	2	
		Зачёт:	6	12	10	6	
			2				
		Итого:	36				

3. Учебный план

Наименование	Формы контроля				Всего часов				ЗЕТ		
					По ЗЕТ	По плану	в том числе		Экспертное	Факт	
	Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Рефераты			Ауд	СРС			Контроль
Метод низкотемпературной адсорбции азота для анализа текстурных характеристик материалов			2		1	36	28	6	2	1	1

3.1. Календарный график учебного процесса

[illegible][illegible]

		I группа	II группа	III группа
	Образовательная подготовка	4	4	4
П	Практика			
	Практика (распред.)			
Н	Научно-исследовательская работа и выполнение исследовательской работы			
	Научно-исследовательская работа и выполнение исследования	30	30	30
Э	Экзамены			
Г	Государственная итоговая аттестация (итоговая аттестация)	2	2	2
К	Каникулы			
Итого		36	36	36

4. Образовательные технологии

Технология процесса обучения по программе «Метод низкотемпературной адсорбции азота для анализа текстурных характеристик материалов» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- б) самостоятельная работа слушателей;
- в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- г) зачёт.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

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

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации слушателей

Образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации, выполнение аттестационной,

дипломной, проектной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Освоение дополнительной профессиональной образовательной программы завершается итоговой аттестацией обучающихся в форме сдачи зачёта.

Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации: удостоверение о повышении квалификации.

6. Формы аттестации слушателей по программе

- обсуждений промежуточных результатов работы, проделанных методом низкотемпературной адсорбции азота;
- выступления с докладом на конференциях;
- выступление с докладом на коллоквиуме лабораторий;
- выступление на секции Ученого совета с докладом;
- тестов;
- практических заданий и т.п.

Итоговая аттестация.

Освоение дополнительной профессиональной образовательной программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией обучающихся в форме сдачи зачета.

Материалы по текущему и промежуточному контролю, итоговой аттестации приведены в ФОС по программе повышения квалификации «Метод низкотемпературной адсорбции азота для анализа характеристик материалов».

7. Организационно-педагогические условия реализации программы

7.1. Общесистемное обеспечение реализации программы

ИОНХ РАН располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов подготовки и работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) ИОНХ РАН.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный № 20237), и профессиональным стандартам.

7.2. Кадровые условия реализации

Реализация программы обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками ИОНХ РАН, имеющими ученую степень и публикации в ведущих отечественных и/или зарубежных рецензируемых

научных журналах и изданиях, осуществляющими самостоятельную научно-исследовательскую деятельность.

7.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения успешного проведения всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы слушателей ИОНХ РАН располагает необходимой материально-технической базой. Аудитории для проведения занятий оснащены компьютерами и проекторами для показа мультимедийных презентаций.

Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российских научным базам данных имеют доступ к электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Информация о материально-технической базе, используемой при осуществлении образовательной деятельности по программе	
№ аудитории/форма проведения занятия	Наименование оснащенного помещения, с перечнем основного оборудования
Ауд. 719 для проведения лабораторных занятий	Набор химической посуды, вытяжные шкафы, столы лабораторные. Аналитические весы – AdventurePro, Магнитная мешалка – AreHeatingMagneticstirrer, Магнитная мешалка – IKAC-MAGSH7, Магнитная мешалка – YELLOWWLineMSHbasic, Магнитная мешалка – IKARhbasic, Печь-Электродепо, центрифуга – Velocity 15M (microcentrifuge), Вакуумная установка – KPIFLABoPORT, Вакуумная установка – BUCHIvacuumControllerV -800, Магнитная мешалка – IKARHdigital, УЗ ванна – ULTRASONICCLEANERCT – 406, Центрифуга – EBA 20, Спектрофотометр - СФ -56 ЛОМО-СПЕКТРб Аналитические весы – ScoutPro. Офисные столы, стулья, лабораторные столы для приборов.
Ауд.401для лабораторных занятий	Мешалка магнитная с подогревом HeidolphMRHei-Standart – 4 шт. Мешалка магнитная многокомпозиционная с подогревом IKART 5 - 1 шт. Весы электронные аналитические AcculabALT – 80d4-I, Ультрафиолетовая лампа VL-6.LC – 1шт., Устройство просушки химической посуды «Экоприбор» – 1шт., Водяная баня HarryGestigkeitGMBH MU85/ER, Аквадистиллятор ДЭ-4-2– 1шт.
Ауд. 503а	Анализатор структурных характеристик ATX -06 (Катакон,

для проведения практических и занятий	Россия). Сорбтометр – М (Катакон, Россия) Баллоны с азотом и гелием.
Ауд. 87а для проведения лекционных занятий	Столы, стулья, доска настенная, посадочные места на 18 человек, проекционное оборудование, экран. Доступ в интернет и обеспечение доступа в ЭИОС института 2 переносных ноутбука. Указка лазерная, микрофон.
Комната 217 Для самостоятельной работы	Столы – 3шт. Стулья – 69 шт. Зал на 69 посадочных мест с комплектом проекционного оборудования. Доступ в Интернет и ЭИОС ИОНХ РАН
Читальный зал для самостоятельной работы	Столы 18 шт., стулья 18 шт. Справочная и методическая литература (доступна в библиотеке БЕН РАН). Компьютерный класс на 1 место с доступом к основным мировым базы данных.
Ауд.814 для проведения практических и лабораторных занятий	Бокс перчаточный компактный с перчатками, Весы электронные прецизионные Acculab Vicon – 200г. Весы электронные OHAUSA V264C Аргоновый баллон с редуктором дьюар с азотом, компьютерное место, Установка для измерения ДТА, Микроскоп МИМ-7 Никелевые реакторы для проведения реакций фторирования, шкаф сушильный ШСУ -130С/10л ЭП, Термометр Fluke 52II 2-х канал USB
Ауд. 820 для проведения лабораторных занятий	Перчаточный бокс с атмосферой азота Электропечь трубчатая СНОЛ 0,2/1250 Аргоновый баллон с редуктором, установка для осушки аргона, Электропечь вертикальная с ПТ 220, МФУ Canon 4018 Шкаф сушильный ШСУ -130С/10л. ЭП, Насос вакуумный 2 ступенчатый RS2DEN Микротвердомер ПМТ -3, Микроскоп стереоскопический МБС – Шкаф физический вытяжной с электрощитом 1700x850x3200 мм Вакуумметр ионизационный термопарный ВИТ -3 Установка для измерения ДТА Кварцевая ректификационная колонна Холодильник «Атлант» для хранения образцов Аквадистиллятор ДЭ (АДЭа)-4а – 1 шт. Аквадистиллятор ДЭ -2 шт. Баллон (40л) в комплекте – 1шт. Весы аналитические «Acculab» ALC-210 d4- 1in/ Вытяжной химический шкаф – 2 шт. Магнитная мешалка с подогревом VR3001K8 Heidolph -2шт. Микроскоп БИОЛАМ – Л211 – 1 шт. Мойка для химической лаборатории – 1 шт. МФУ Brother DCD 7010R

	Принтер HP LaserJet 1020 – 1 шт. Ротарный испаритель R200 с баней Buchi D -490 – 1 шт. Стеллаж для книг – 1 шт. Стол для химических исследований – 1 шт. Стол лабораторный -1 шт. Стол химический 2720 мм -1 шт. Тумба подкадная – 3 шт. Холодильник «Атлант» MX 365 – 1 шт. Холодильник «Sumsung RL 33» Штатив лабораторный в комплекте – 3 шт. Сушильный шкаф SNOL 24/220 – 1 шт. Шкаф угловой – 1 шт. Баллон с редуктором -1 шт. Тележка ручная ГБТ -1/1 для газового баллона – 1 шт. Ротационный испаритель – 2 шт. (BUCHI V -800, IKA RV 10) Криостат (LOIPF) Сушильный пистолет (BUCHI B -585) Вибрационная мельница (Retsch MM400) Сушильный шкаф (Binder ED53) Центрифуга (Liston C2201) Лабораторные весы (VIBRA SJ -4200CT, VIBRA AJH- 220 CE) – 2 шт. Масляный вакуумный насос (VALUE V -i- 220SV)) Лабораторные плитки – 4 шт. Шкафы для посуды и реактивов Вытяжные шкафы -5 шт.
--	---

7.4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир. 1984. 306 с. (S.J. Gregg, K.S.W. Sing. Adsorption, Surface Area and Porosity. Academic Press, London 1982.)
2. Гоулдстейн Дж., Джой Д., Лифшин Э., Ньюбери Д., Фиори Ч., Эчлин П. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2 книгах. М: Мир. 1984. 303 с. (Goldstein J., Newbury D.E., Joy D.C., Lyman C.E., Echlin P., Lifshin E., Sawyer L., Michael J.R. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. Third Edition. Springer. 2003.)
3. Pecharsky V., Zavalij P. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition. Springer. 2009.

4. Rouquerol J., Rouquerol F., Llewellyn P., Maurin G., Sing K.S.W. Adsorption by Powders and Porous Solids : Principles, Methodology and Applications. 2 edition. Elsevier. 2014.

5. Goodhew P.J., Humphreys J., Beanland R., Cartwright L.E. Electron Microscopy and Analysis, Third Edition. CRC Press. 2000.

6. Неньютоновское течение дисперсных, полимерных и жидкокристаллических систем: структурный подход / Кирсанов Е.А. Матвеев В.Н. – М.: Техносфера. 2016. - 383 с.

7. Карпов Ю.А., Савостин А.П., Глинская И.В. Методы пробоотбора и пробоподготовки. Курс лекций. Изд-во: МИСиС. 2001. - 230с.

8. Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

Дополнительная литература:

1. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. М: МГУ. 1976. - 184 с.

2. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. М.:Металлургия, 1976. - 270 с.

3. Characterization of Nanophase Materials. Ed. Z.L. Wang. Wiley-VCH Verlag GmbH. 2000.

4. S. Luo, X. Hu, Y. Zhang, C. Ling, X. Liu, S. Chen. Synthesis of thermoresponsive unimolecular polymeric micelles with a hydrophilic hyperbranchedpoly(glycidol) core // Polymer J. 2011. V.43. P.41–50.

5. Y.H. Kim, D.K. Yoon, H.S. Jeong, H.-T. Jung. Self-assembled periodic liquid crystal defects array for soft lithographic template // Soft Matter. 2010. V.6. P.1426–1431.

6. S. Roy, I. Babic, A.E. Watada, W.P. Wergin. Unique advantages of low temperature scanning electron microscopy to observe bacteria // Protoplasma. 1996. V.195. P.133–143.

7. G. Li, X. Yang, B. Wang, J. Wang, X. Yang. Monodisperse temperature-responsive hollow polymer microspheres: Synthesis, characterization and biological application // Polymer. 2008. V.49. P.3436–3443.

8. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа/ Под ред. И.П. Алимарина, В.М. Иванова. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1987. - 230 с.

9. Неорганические материалы, 2016 (7,8,9,10,11,12). Журнал.

**7.5. Перечень электронных информационных ресурсов
(электронно-библиотечные ресурсы и системы; информационно-
справочные системы и др.), необходимых для освоения
программы**

1. База данных Scopus^R издательства Elsevier B.V. (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 19.10.2020г. № 1189);

2. Электронный ресурс Freedom Collection издательства Elsevier B.V. (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 17.07.2020г. № 742);

3. База данных Reaxys^R издательства Elsevier B.V. (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 10.07.2020г. № 712);

4. Базы данных Web of Science (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 07.07.2020г. № 692);

5. База данных CSD-Enterprise (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 02.11.2020г. № 1226);

6. База данных Science Online (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 25.06.2020г. № 636);

7. База данных CSD-Enterprise (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 02.11.2020г. № 1226);

8. База данных SciFinderⁿ (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 25.06.2020г. № 635);

9. Базы данных издательства Springer Nature (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 17.07.2020г. № 743);

10. База данных Royal Society of Chemistry (Заявление – соглашение о предоставлении доступа к письму РФФИ от 20.10.2020г. № 1196);

11. Научная электронная библиотека Elibrary.ru (Лицензионное соглашение № 503 от 26.11.2018 г. (срок действия – бессрочно)).

Авторы программы:

Доцент, к.х.н.

Ст.преподаватель



А.Е.Баранчиков

А.Д.Япрынцев