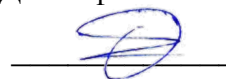


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Базовая кафедра нанотехнологий в электронике
В ЯФ ФГБУН ФТИАН им. К.А. Валиева РАН

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета



(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Методы анализа структуры и химического анализа наносистем»

Направление подготовки
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)
« Интегральная электроника и нанoeлектроника »

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «30» марта 2023 г. протокол №8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол №5 от «25» апреля 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Главной целью освоения дисциплины «Методы анализа структуры и химического состава наносистем» является освоение технологии проведения эксперимента с помощью метода сканирующей электронной микроскопии и технологии проведения эксперимента с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии.

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Методы анализа структуры и химического состава наносистем» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части.

Освоение данной дисциплины во многом основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин: "Основы кристаллографии и кристаллохимии", "Численные методы", "Физика атомов и атомных явлений", "Метрология, стандартизация и технические измерения", "Физика конденсированного состояния". В процессе освоения дисциплины слушатели знакомятся с методом сканирующей электронной микроскопии и методом просвечивающей электронной микроскопии.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умения, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени.	<p>ИД_ПК-3.1. Демонстрирует знание принципов планирования и автоматизации проведения эксперимента.</p> <p>ИД_ПК-3.2. Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики.</p> <p>ИД_ПК-3.3. Обладает навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники. методологией исследования изделий микро- и наноэлектроники.</p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none">1. методы проведения эксперимента на сканирующем электронном микроскопе,2. методы проведения эксперимента на просвечивающем электронном микроскопе,3. особенности пробоподготовки в методах сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• подготовить образец для исследования методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии,• уметь обрабатывать и интерпретировать результаты,

		<p>полученные при проведении исследований перечисленными методами.</p> <p>Владеть навыками: планирования эксперимента в области нанoeлектроники с учетом специфики информации, получаемой в каждом из перечисленных методов.</p>
<p>ПК-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.</p>	<p>ИД_ПК-4.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.</p> <p>ИД_ПК-4.2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования.</p> <p>ИД_ПК-4.3. Демонстрирует навыки проведения исследований с применением современных средств и методов.</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работать с экспериментальными данными в сторонних программах <p>4. Проводить сравнительный анализ серии различных образцов</p> <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работать с экспериментальными данными в сторонних программах. • Проводить сравнительный анализ серии различных образцов <p>Владеть навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> • Подготовки и установки образцов для исследования • Самостоятельной работы с различными источниками информации по тематике курса

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа	

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Физические основы метода растровой электронной микроскопии (РЭМ)	3	3		2	1		7	Устный опрос Отчет по лабораторной работе
2	Практические аспекты растровой электронной микроскопии	3	3		4	1		7	Устный опрос Отчет по лабораторной работе
3	Применение метода растровой электронной микроскопии.	3	3		4	1		7	Устный опрос Отчет по лабораторной работе
4	Основы просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Электронная дифракция.	3	5		4	1		7	Устный опрос Отчет по лабораторной работе
5	Методы подготовки образцов для ПЭМ	3	2		2	1		7	Устный опрос Отчет по лабораторной работе
							0.3		Зачет
	Всего		16	0	16	5		35	

Содержание разделов дисциплины

- 1. Физические основы метода растровой электронной микроскопии (РЭМ).**
Устройство сканирующего электронного микроскопа. Природа аналитического сигнала в электронном микроскопе, электронный спектр, типология рассеянных электронов. Основные виды контраста (топографический, химический – Z-контраст, кристаллографический и др). Принципы детектирования сигнала, конструкции детекторов вторичных и отраженных электронов. Электронные источники: сравнение по яркости. Линзы: дифракционный предел Аббе, aberrации, проблема глубины фокуса. Дилемма размера и тока зонда. Разрешение метода (латеральное и по глубине).
- 2. Практические аспекты растровой электронной микроскопии.**
Параметры работы электронного микроскопа, которые должен уметь варьировать пользователь (ускоряющее напряжение, размер и ток зонда, рабочее расстояние и размер апертуры); их влияние на изображение. Особенности электронных изображений и артефакты. Приготовление образцов для РЭМ (проблема заряжения плохопроводящих образцов, способы ее решения; артефакты препарирования). Новые направления в методе РЭМ: низковольтовая микроскопия; микроскопия в естественной среде (низкий вакуум); дифракция обратно-рассеянных электронов

(ДОРЭ, или EBSD), типичные задачи, решаемые при помощи ДОРЭ; наблюдения в режиме катодолюминесценции и наведенного тока.

3. Применение метода растровой электронной микроскопии.

Набор типичных задач, решаемых методом РЭМ: исследование микроморфологии порошков, исследование керамической микроструктуры, исследование фазового состава и неоднородностей химического состава, возможность получения кристаллографической информации из данных РЭМ. Количественные измерения в растровой электронной микроскопии. Ограничения метода РЭМ. Основные производители (фирмы) микроскопов, распространенные модели приборов и их возможности, тенденции в развитии приборной базы.

4. Основы просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Электронная дифракция.

Устройство современного просвечивающего микроскопа; два основных рабочих режима: режим изображения и режим дифракции. Типы контрастов: абсорбционный, дифракционный и фазовый. Электронная дифракция: дифракция с селекторной диафрагмой – SAED (локальность, точность), микролучевая (MBD) и нанолучевая (NBD) дифракция, дифракция в сходящемся пучке – CBED (возможности), неупругое рассеяние электронов и формирование линий Кикучи (извлекаемая информация, сопоставление с методом ДОРЭ). Геометрия электронограммы, расчет межплоскостных расстояний, индиферирование. Влияние реальной структуры материала на электронограмму. Сравнение электронной и рентгеновской дифракции: новые возможности, усложнение дифракционной картины (понятие о двойной дифракции и динамических эффектах).

5. Методы подготовки образцов для ПЭМ.

Общие требования к образцам для ПЭМ. Препарирование порошковых образцов. Виды сеток-подложек для ПЭМ. Общая схема приготовления образца для ПЭМ из объемного материала. Модификация схемы для изучения токоупорядоченных образцов. Практика ионно-лучевого утонения (травления образцов). Артефакты препарирования образцов для ПЭМ. Современные тенденции в изготовлении образцов для ПЭМ – сфокусированный ионный пучок (FIB).

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция - дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) - последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лабораторные работы - организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов и физических явлений.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

Windows Pro 7 RUS

Microsoft Office Std 2013

Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery (1 year) (Visual Studio Enterprise)

- Мультимедийные презентации

- Ресурсы сайтов atelearning.com, icdd.com, nist.gov, rruff.info, crystallography.net, mindat.org, webmineral.com и т.д.;

- Для проведения обработки данных - математический пакет SciLab.

- Для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1.1. Современные методы структурного анализа веществ : учебник [Электронный ресурс] / М.Ф. Куприянов, А.Г. Рудская, Н.Б. Кофанова и др. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 288 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003>

1.2. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 236 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593>

б) дополнительная литература:

2.1. Филимонова, Н.И. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.И. Филимонова, Б.Б. Кольцов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. I. - 134 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228943>

2.2. Никитенков Н.Н. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Н. Никитенков. - Томск: Томский политехнический университет, 2013. - 203 с. <http://www.iprbookshop.ru/34691.html>

2.3. Мазалова, В.Л. Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Л. Мазалова, А.Н. Кравцова, А.В. Солдатов. - Москва : Физматлит, 2012. - 184 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275555>

2.4. Ищенко, А.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля [Электронный ресурс] / А.А. Ищенко, Г.В. Фетисов, Л.А. Асланов. - 2-е изд., исправл. - Москва : Физматлит, 2011. - 648 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457660>

в) ресурсы сети "Интернет"

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
(<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
(www.biblioclub.ru).
4. Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов: 10202 записей, в том числе уникальных по имени минерала: 4280
(<http://database.iem.ac.ru/mincryst>)
5. Химический факультет МГУ Д.Ю.Пущаровский Рентгенография минералов
(<http://www.chem.msu.su/rus/books/mineral/welcome.html>).
6. Лаборатория кристаллохимии. Учебные материалы по курсу кристаллохимии
(<http://www.chem.msu.su/rus/lab/phys/cryschem/lectures/index.html>).
7. Учебные материалы по кристаллохимии. Химический факультет МГУ
(<http://www.chem.msu.su/rus/cryst/welcome1.html>).
8. Химический факультет МГУ. Лаборатория кристаллохимии. Полезные ссылки
(<http://www.chem.msu.su/rus/lab/phys/cryschem/links/index.html>).
9. Геологический факультет МГУ. Кафедра кристаллографии и кристаллохимии
(<http://cryst.geol.msu.ru/courses/rgrf>).
10. Кафедра кристаллографии СПбГУ (<http://crystal.geology.spbu.ru>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитории, оборудованные для проведения лекций (и мультимедийных), фонд библиотеки, компьютерная техника. При проведении занятий используется современное оборудование Центра коллективного пользования "Диагностика микро- и наноструктур": электронные сканирующие микроскопы Supra 40 фирмы Karl Zeiss (Germany) и Quanta 3D 200i фирмы FEI (Netherlands), просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 F20 фирмы FEI (Netherlands).

Автор:

Доцент базовой кафедры
нанотехнологий в электронике, д.ф.-м.н.

должность, ученая степень

О.С. Трушин

подпись

И.О. Фамилия

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Методы анализа структуры и химического анализа наносистем»
(наименование дисциплины)

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций

1.1 Материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Тема 1. Практическая демонстрация основных режимов работы растрового электронного микроскопа и EDX/WDX-анализа на электронном микроскопе.

Тема 2. Примеры решения типовых задач просвечивающей электронной микроскопии материалов. Практическая демонстрация основных режимов работы просвечивающего электронного микроскопа..

Темы лабораторных работ:

1. Сканирующая электронная микроскопия.
2. Основы получения экспериментальных данных и их обработки, работы с прибором
3. Просвечивающая электронная микроскопия
4. Исследование поведения интенсивности на выбранных образцах
5. Определение размер областей когерентности
6. Уточнение параметров решетки выбранных образцов
7. Оценка химического состава выбранных образцов

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

1. Какие виды электромагнитного излучения возникают при взаимодействии электронов с веществом?
2. Почему латеральное разрешение рентгеноспектрального анализа в просвечивающем микроскопе выше, чем разрешение при анализе в растровом микроскопе? Какие факторы определяют пространственное разрешение РЭМ и РСМА?
3. Какие электроны называются вторичными, а какие обратно рассеянными? Как зависит коэффициент вторичной эмиссии δ от атомного номера Z ?
4. Сравните латеральные изображения полученные регистрацией обратно отраженных и вторичных электронов в растровом микроскопе.
5. Объясните, почему значение коэффициента отражения электронов η практически не зависит от энергии падающих электронов.
6. Предположите, как изменится распределение интенсивности потока вторичных электронов при изменении угла падения первичного пучка электронов.
7. Вследствие каких взаимодействий происходит возбуждение фононов и плазмонов?
Как эти взаимодействия повлияют на энергию первичного пучка электронов?
8. Природа и типы контраста в РЭМ.

9. По какой причине нельзя использовать детектор Эверхарта-Торнли, но можно использовать твердотельный полупроводниковый детектор обратно рассеянных электронов в случае анализа образцов в режиме низкого вакуума?
10. Какие конструктивные особенности растрового микроскопа позволяют использовать полупроводниковые твердотельные детекторы для регистрации вторичных электронов?
11. Как изменится глубина фокуса при уменьшении рабочего расстояния - WD?
12. Вследствие какого типа взаимодействия возникает непрерывное рентгеновское излучение?
13. Какие элементы трудно различить при использовании энергодисперсионного РСМА?
14. Принцип количественного анализа в РСМА. Назовите основные поправки вводимые в методе ZAF-коррекции и объясните их физический смысл. Какая из поправок вносит наибольший вклад?
15. Каковы должны быть условия РСМА-эксперимента для получения максимального разрешения при качественном анализе? максимальной точности при количественном анализе?
16. Объяснить смысл всех строк и значений в файле выдачи результатов количественного анализа.
17. Различаются ли требования к образцу в РСМА с волновой дисперсией и энергодисперсионном варианте?
18. По какой причине анализ волновым спектрометром целесообразно осуществлять только с полированных образцов?
19. Какой из кристаллов-анализаторов лучше выбрать для анализа содержания бария по $L\alpha_1$ линии с энергией 4466,26 кэВ?
20. Можно ли проводить анализ элементного состава образца, содержащего оксид титана и оксид бария с использованием энергодисперсионного детектора ?
21. РСМА по какой спектральной линии меди позволит достигнуть наилучшего пространственного разрешения при ускоряющем напряжении 30 кВ?
22. Назовите причины по которым не корректно проводить РСМА углерода в чугунах?
23. Могут ли в спектре образца присутствовать линии $K\beta$ без соответствующих этому же элементу линий $K\alpha$ и наоборот $K\alpha$ без $K\beta$?

Зачет выставляется по итогам текущей аттестации.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Методы анализа структуры и химического анализа наносистем»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Методы анализа структуры и химического состава наносистем» являются лекции. По большинству тем предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным лабораторным задачам и отработка навыков работы с методом рентгеновской дифракции.

Для успешного освоения дисциплины очень важно понимание действий, совершаемых во время выполнения лабораторных работ, как в лаборатории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Лабораторные работы выполняются под наблюдением преподавателя, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель выполнения лабораторных работ – помочь усвоить основные принципы метода сканирующей и растровой микроскопии. Для выполнения всех лабораторных работ необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются лабораторные задачи, дополняющие и продолжающие отработанные непосредственно в лаборатории.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде защиты лабораторных работ (в лаборатории).

Зачет принимается по итогам работы в семестре, принятым отчетам по лабораторным работам.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Методы анализа структуры и химического состава наносистем» без самостоятельного выполнения студентом всех этапов лабораторных работ непросто. Поэтому посещение всех лабораторных занятий является совершенно необходимым. Без вовлеченности в приближенный к реальному исследовательский процесс в течение семестра освоить дисциплину вряд ли возможно.

Отчеты по лабораторным работам оформляются в соответствии с ГОСТ 2.104, ГОСТ 2.321, ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.32, ГОСТ 21.101.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Очень полезными для самостоятельной работы являются следующие англоязычные ресурсы:

1. X-Ray Transition Energies Database
(<https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>)
2. Solid State Structures Based on Close Packing
(https://scilearn.sydney.edu.au/fychemistry/iChem/solid_state.shtml?tab=1)

3. SURFACE EXPLORER Version 2, based on BALSAC, (C) Klaus Hermann (FHI) (<http://surfexp.fhi-berlin.mpg.de>).
4. Torsion Explorer - an easy to use tool to learn about molecule conformations (<http://www.openmolecules.org/torsionexplorer/index.html>).
5. DataWarrior - an open-source data visualization and analysis program with embedded chemical intelligence (<http://www.openmolecules.org/datawarrior/index.html>).
6. The "FPSM method" - a Rietveld like fitting procedure to test all possible crystal structures from a Database, rank them and find the more probable in your diffraction pattern (<http://cod.iutcaen.unicaen.fr>).
7. This mineral database was the first full mineral database on the Internet (<http://athena.unige.ch/athena/mineral/mineral.html>).
8. American Mineralogist Crystal Structure Database (<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php>).
9. Information Resources on Inorganic Chemistry (<http://en.irc.icmet-db.ru/DB.asp>)
10. Chemistry, Structures & 3D Molecules - a visual and interactive website showcasing the beautiful world (<http://www.3dchem.com/inorganic.asp>).
11. General Interest Chemistry Sites; Periodic Table; Labview; Spectroscopy; Bonding; Physical Properties; Computational Chemistry; Analytical Techniques; Mathematics and Trigonometric Identities ; Constants and Conversions ; Error Analysis; Miscellaneous (<http://www.unf.edu/~michael.lufaso/chemistry.html>).
12. Search interface for Solids (<http://www.chemeddl.org/resources/models360/solids.php>).
13. The Materials Project - open web-based access to computed information on known and predicted materials as well as powerful analysis tools to inspire and design novel materials (<https://www.materialsproject.org>)
14. The FACT-Web programs - free but very limited interaction with FactSage (<http://www.crct.polymtl.ca/factweb.php>)
15. University of Colorado; Mineral Structure Data (<http://ruby.colorado.edu/~smyth/min/minerals.html>)
16. MITOPENCOURSEWARE; MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (<https://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering>).
17. Advanced Certificate in Powder Diffraction on the Web; School of Crystallography, Birkbeck College, University of London (<http://pd.chem.ucl.ac.uk/pdnn/pdindex.htm>).
18. Powder Diffraction File: Overview; x-ray diffraction data. includes basic properties of elements and compounds; references ; Lehigh University Libraries - Library Guides (<http://libraryguides.lehigh.edu/powder>)
19. Международный центр дифракционных данных (<http://www.icdd.com>).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.