

11.04.2012 Департамент Образования ОАО Роснано провел открытый семинар по итогам работы, выполнявшейся с привлечением "Корпуса экспертов" в сентябре 2011 - марте 2012 г.г. Работа состояла в определении приоритетных направлений создания новых образовательных программ и формулировке предложений по поддержке образовательных проектов в сфере нанотехнологий.

На семинаре присутствовало 96 человек, в том числе 71 - представители российских вузов.

Ведущий семинара – д.х.н. Владимир Зальманович Мордкович, зав. отделом ТИСНУМ, председатель научно-технического совета Российского фонда технологического развития.

Ниже – презентации трех основных сообщений.

1. О методике поиска и оценки образовательных программ, связанных с нанотехнологическими тематиками.

Михаил Викторович Фейгельман

Д. ф.-м. н., Заместитель директора Института теоретической физики им. Л.Д.Ландау, Заведующий базовой кафедрой ФОПФ МФТИ "Проблемы теоретической физики", научный руководитель инициативного проекта «Корпус экспертов»

Поиск и оценка программ подготовки кадров для nanoиндустрии

**Проекты, поддержанные
ОАО Роснано**
<http://edu-reestr.rusnano.com>

«Наноматериалы» – 13
«Наноэлектроника» - 7
«Нанопотоника» - 8
Иные – 9

37

Учебные планы, лекционные курсы, практикумы, созданные в инициативном порядке или с поддержкой из иных источников

www.google.com

и иные формы поиска в открытых источниках

Единая селекционная база Nanoedu:

- классификация
- возможность поиска по авторам и вузам
- содержательные материалы
- экспертные оценки

Эксперты по тематикам

Эксперты по проектам (выборочно - 7)

Рекомендации = Каркасные программы ³

Задачи всех экспертов – 1. Классификация программ и их элементов, коррекция и дополнение классификатора

<http://experts.itp.ac.ru/science/36>

Первый (из трех) уровень классификатора:

1. Объекты, относящиеся к сфере нанотехнологий
2. Получение, диагностика и сертификация наноразмерных систем
3. Продукты нанотехнологий

4. Вспомогательный раздел (для инвестпроектов, не относящихся непосредственно к nanoиндустрии, и соответствующих образовательных проектов)

5. Образовательный раздел

**Коды для каждой программы
(элемента) фиксируются в базе**



Классификатор

Записей: 5

- 1. Объекты, относящиеся к сфере нанотехнологий (для предварительного отбора потенциальных экспертов и проектов)
 - 1.01. Искусственные (синтетические) низкоразмерные объекты - элементы наноструктур и наноматериалов (элементами являются однородные по составу объекты с характерными размерами менее ~10 нм).
 - 1.02. Наноструктуры - комбинации элементов (п.1.1), для которых наблюдаемые физические свойства (отклики) непосредственно определяются размерно-зависимыми свойствами элементов.
 - 1.03. Наноматериалы - полностью или частично состоящие из элементов (п.1.1) твердые или жидкие материалы, для которых какие-либо макроскопические свойства определяются размерами и/или структурой элементов.
- 2. Получение, диагностика и сертификация наноразмерных систем (при использовании комбинированных методов следует отмечать несколько пунктов).
- 3. Продукты нанотехнологий
- 4. Вспомогательный.
- 5. Образовательный (фундаментально-научные направления, к которым относятся учебные дисциплины в программах подготовки кадров для nanoиндустрии [с указанием кодов научных классификаторов]).

Блок фильтра

Материалы

 Тип материала

Лекции

Экспорт

Записей: 81

Коды	Автор	Название	Назв. орг	Ссылка	Категория уча	Тип мате
1.03.01., 1.03.08.,	Вшивков С. А.,	Фазовые и структурные превращения	Уральский г	http://www.r	преподаватели и	программ
1.03.04., 2.01.01.,	Маркеев А. М.,	Атомно-слоевое осаждение тонких г	Московский	http://www.r	преподаватели и	программ
1.03.01., 1.03.06.,	Беляков А. В.,	Технология керамических и нанокер	Российский	http://www.r	преподаватели и	программ
1.03.,	Гаврилов С. А., Громов Д.	Физико-химия наноструктурированнь	Националь	http://www.r	бакалавриат	описание
1.03.01., 1.03.08.,	Буякова С. П., Кульков С. Н	Наноструктурные материалы на метс	Томский го	http://www.r	повышение квали	программ
1.03.06., 3.01.03.,	Комолов А. С.,	Нанокompозитные материалы и их г	Санкт-Пете	http://www.r	магистратура, poi	программ

Задачи всех экспертов – 2. Оценка программ и их элементов

(a) могут быть полезны для обеспечения фундаментальной составляющей при подготовке кадров для nanoиндустрии (указать уровень учащихся – например, выпускники классических университетов, выпускники технических вузов, сотрудники предприятий и т.п.);

(b) могут быть полезны как элементы специализированного обучения при подготовке кадров для nanoиндустрии (указать уровень учащихся);

(c) не соответствуют современному уровню науки и технологий;

(d) оценка по имеющимся материалам невозможна (указать какие материалы нужны дополнительно).

Оценки фиксируются в базе. При построении каркасных программ используются (a) и (b)



Лекции

Поиск Ключевое слово:



1.



Оценка: <полож

Экспорт

Записей: 39

Название	Назв. орг	Ссылка	Категория уча	Тип материал	Объём	Описание
Nanophotonics and Metamaterials	Purdue Univ	https://engl	бакалавриат, маг	презентации к ле	3 части	на английском языке
Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия	Томский го	docs/ucheb_	инженеры и техн	рабочая программ		
Биоцидные, биodeградебельные и биосовместимые полимеры	Российский	docs/ucheb_	аспиранты и науч	учебная программ	10 часов	
Введение в оптику метаматериалов	Московский	http://ftn-m	бакалавриат, маг	программа курса	14 лекций	
Введение в растровую электронную микроскопию	Московский	http://www.r	бакалавриат, маг	программа курса	24 часа	
Введение в рентгеновский микроанализ	Московский	http://www.r	магистратура, ас	программа курса	24 часа	
Введение в рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию	Националь	http://www.r	магистратура, ас	программа курса	9 лекций, 2 зада	
Введение в физику сверхпроводников	Московский	http://www.i	магистратура	программа курса	16 разделов	
Измерение рельефа с помощью атомно-силового микроскопа	Московский	http://www.r	аспиранты и науч	программа курса	7 лекций	
Методы анализа и исследования наноматериалов	Российский	docs/ucheb_	инженеры и техн	учебная программ	78 часов	

Авторы

Классификация

Фамилия	Имя	Отчество	Код	Название подраздела
Борман	В	Д	1.02.01.	Упорядоченные ансамбли (многослойные и многополосные)
Менушенков	А	П	2.04.06.	Рентгеновская спектроскопия (XAS, EXAFS и др.).
Пушкин	М	А	2.04.07.	Электронная спектроскопия поглощения и люминесценции
Тронин	В	Н		
Троян	В	И		

Экспертиза

Ид	Дата	Оценка	Комментарий
12	2/1/2012	b)	Неплохой курс по аналитическому
24	2/2/2012	b)	Уровень - студенты и аспиранты ун
16	2/5/2012	b)	Рентгеновская спектроскопия не вхс
17	2/8/2012	a)	
25	2/12/2012	b)	Излагаются основы метода рентген
20	2/19/2012	a)	В курсе лекций излагаются различ



Авторы

Поиск Автор:

← Блок фильтра

Записей: 267

Фамилия ▲ Имя Отчество

Антоненко С В

Анфалова Е С

Аржаков М С

Асеев А Л

Балагуров А М

Балашов А Г

Барзилович П Ю

← Блок фильтра

Материалы

Тип материала

Задачи практикума

Экспорт

Записей: 2

Название Назв. орг Ссылка Категория учас Тип материал Объем

Малые металлические частицы - фр Московский <http://www.e> бакалавриат материалы для з: 1 задача

Темплатируемое электроосаждение Московский <http://www.e> бакалавриат материалы для з: 1 задача

Задачи всех экспертов – 3. Научные направления, имеющие нанотехнологические перспективы в ближайшие 10 лет

(оценка для известных эксперту областей – по второму и третьему уровням классификатора)

При построении каркасных программ используются (a) и (b)

Задачи экспертов по тематикам (направлениям)

Оптимальная структура образовательных программ и возможность использования в ней существующих курсов, практикумов и пособий.

Предложения по поиску организаций и преподавателей для недостающих элементов предложенной программы.

Учебные материалы (в том числе зарубежные), которых нет в базе данных, но которые могли бы быть использованы при реализации оптимальных образовательных программ.



Рекомендации = Каркасные программы

Задачи экспертов по проектам

Перспективность проекта, для которого предполагается подготовка кадров:

- технология будущего,
- высокая технология
- рутинная технология

Соответствие коллектива образовательного проекта заявленным программам.

Соответствие уровня учащихся на старте заявленным программам.

Недостающие элементы учебной программы, включая фундаментальные образовательные элементы.

Другие специалисты и организации, которые могли бы организовать обучение с заявленными в проекте целями. —→ **Дополнения к базе**

Другие образовательные проекты Роснано, с которыми целесообразно слияние или пересечение данного проекта

Эксперты - 24 специалиста из разных регионов:

Москва – 7,
подмосковные наукограды – 6,
СанктПетербург – 5,
Новосибирск – 5,
Нижний Новгород

Специализации экспертов:

- физика и химия наноразмерных систем,
- науки о материалах,
- технологии твердотельных устройств,
- химические технологии и технологии материалов.

Эксперты по тематикам

(научному нанотехнологическому классификатору):

наноэлектроника (коды разделов 3.03 – 3.04, 3.07, 3.10) – 4,
нанофотоника (коды разделов 3.05-3.06) – 3,
наноматериалы (коды разделов 3.01-3.02) – 4,
нанометрология (коды разделов 2.04-2.05) – 3.

База Nanoedu (по состоянию на 10.04.2012)

	Всего (из проектов, поддержанных Роснано)	Оценены положительно
Лекции	320 (131)	41% (21%)
Задачи практикума	39 (11)	21% (18%)
Учебные планы	50 (47)	36%

Учебники и учебные пособия	61 (40)	
Монографии	39 (1)	

Основные результаты экспертизы

- 1. Собрана и структурирована информация об образовательных программах в форме, позволяющей ее содержательно использовать при планировании очного и дистанционного обучения.**
- 2. Предложены каркасы программ для подготовки кадров для нанoeлектроники, оптоэлектроники, нанофотоники, технологий (нано)материалов и (нано)структурированных покрытий.**
- 3. Сформулированы предложения о вузах и преподавателях, которые могут быть привлечены к формированию гибких учебных планов подготовки кадров для наноиндустрии как в кратко-, так и в среднесрочной перспективе.**
- 4. Сформулированы предложения по организации конкурсов на разработку и реализацию программ и их элементов.**

2. Экспертные оценки структуры научных направлений и разработок, связанных с наноиндустрией. Распределение инвестиционных и образовательных проектов РОСНАНО по направлениям.

Галина Александровна Цирлина

Д.х.н., профессор кафедры электрохимии МГУ и кафедры физики и технологии наноструктур ФОПФ МФТИ, ответственный секретарь проекта «Корпус экспертов».

Материалы, доступные для сравнительного анализа

Инвестиционные проекты

Всего проектов – **561**

Заявки или их фрагменты – **87**

Мед/био (3.08, 3.09) - **45**

*Не удалось отнести к разделам 1-3
(только вспомогательный раздел 4) - **216***

4.01. Материалы и комплектующие - **37**

4.02. Молекулярные компоненты - **42**

4.03. Поддержка и расширение производств - **95**

4.04. Инфраструктура - **98**

Образовательные проекты (кроме мед/био и менеджмента)

Наноматериалы
(1.03, 3.01, 3.02) - 13

Наноэлектроника
(3.03, 3.04, 3.07, 3.10)
- 7 (10)

Нанофотоника
(3.05, 3.06) - 8

←----- Сборка, оборудование,
материалы, комплектующие и т.п. – 9 (10)

37 (41)

$$561 - 216 - 45 = \underline{\underline{300}}$$

Раздел 1. Объекты, относящиеся к сфере нанотехнологий

1.01 – низкоразмерные объекты

1.02 – наноструктуры

1.03 - наноматериалы

Раздел 2. Получение, диагностика и сертификация

наноразмерных систем

2.01 – нанесение элементов

2.02 – формирование структур, 2.03 – формирование материалов

2.04 – наукоемкая метрология, 2.05 – рутинная метрология и контроль

Раздел 3. Продукты нанотехнологий (10 разделов)

Очень мало сведений собственно о технологиях и о метрологии

По разделу 2 удалось классифицировать **72** инвестиционных проекта

Авторская классификация часто ошибочна, особенно по разделу 2

Пример:

[2.01.01, 2.01.02, 2.01.07, 2.02.01, 2.02.04, 2.02.07,
2.03.02], **2.03.06**, **2.03.10**, [2.04.02, 2.04.07,
2.05.01, 2.05.02, 2.05.04], **2.05.05**, [2.05.06]

Только по разделу 2 (без конкретизации продукта) - **13**

Попытка построения «карты»*

Перспективны в ближайшие 10 лет		
Промежуточный случай (спорные оценки долгосрочности)		
Долгосрочные перспективы		
	инвестиционные	образовательные
Нanomатериалы (3.01, 3.02)	218 из 300	
3.01 - Функциональные		
3.01.01 - катализаторы	10	
- селективные	?	
- бифункциональные	?	
- другие традиционные		2
3.01.02 – электродные материалы	9	
- «литиевые» оксидные	2	
- новые углеродные	2	
- традиционные		

* Для наноматериалов недостаточно кодов, нужны ключевые слова ¹⁷

Попытка построения «карты»*

3.01.03 – сенсорные материалы		
- неорганические композиты		
- наночастицы металлов		
3.01.04 – водородсорбир.		
- металлические		
- углеродные		
3.01.05 – металлы, сплавы	30	
3.01.06 – магнитные м.		
3.01.07 – керам., покрытия	57	
- термоэлектрические	2?	
- фотоэлектрические	есть	
- антикоррозионные	есть	1
- биосовместимые	есть	
- другие		2

* Для отнесения к разделу 3.01.03 не хватает material characterization

Попытка построения «карты»*

3.02 – Высокодисперсные, пористые и другие традиционные		
3.02.01 - сорбенты,....	17	
3.02.02 - углеродные	21	
- нанотрубки	есть	1
- волокна	есть	1
- сажи, «нанопорошки»...		
3.02.03 - полим., композ.	43	
- с обратной связью (smart materials)	?	
- износостойкие	есть	2
- другие		2
3.02.04 – фильтры, мембраны, др. пористые	31	1

* Для дробления внутри разделов 3.02.02 и 3.02.03 не хватает material characterization

Попытка построения «карты»

Нанoeлектроника **23 +4?**

3.03 – Принципы и объекты

3.03.01 – полупроводниковые	8	4
3.03.02 - углеродные		
3.03.03 - неуглеродные		
3.03.04 - спинтроника		
3.03.05 - джозефсоновские		
3.03.06 - одноэлектронные		
3.03.07 - органическая	3	1

3.04 – Квантовые вычисления и коммуникации

3.04.01 сверхпровод. кубиты		
3.04.02 – спиновые кубиты		
3.04.03 - ловушки		
3.04.04 - зарядовые		
3.04.05 – считывающие устр., интерфейсы		
3.04.06 – криптография		

Попытка построения «карты»*

3.07 - Сенсоры		
3.07.01 - резистометрические	2	
3.07.02 - ферментные	2	1
3.07.03 - калитические		
3.07.04 - оптические	2	1
3.07.05 – молекулярное распознавание	1	
3.10 – Микро- и наномеханика		
3.10.01 – микромеханические	3	
3.10.02 – MEMS/NEMS	6	
3.10.03 – нанофлюидные устройства		
3.10.04 – молекулярные моторы		

* Для разделов 3.07.01 и 3.07.02 отнесение к электронике - условное

Попытка построения «карты»

Нанопотоника (и оптоэлектроника) 2+(34)		
3.05 – Источники и детекторы (оптоэлектроника)		
3.05.01 – полупроводящие светодиоды	12	1
3.05.02 – органические светодиоды	2	
3.05.03 - лазеры	5	1
3.05.04 – солнечная энергетика	10	3
3.05.05 - однофотонные	5	
3.05.06 - терагерцовые		
3.05.07 –эмиттеры на нанобъектах		
3.05.08 - эталоны		
3.05.09 - SQUID		
3.05.10 – SET-электрометры		
3.05.11 – квантовые насосы		

*Э

Попытка построения «карты»

3.06 – Нанопотоника и коротковолновая нелинейная оптика		
3.06.01 - ближкопольная		
3.06.02 – нелинейно-опт. преобразователи, волноводы	2	1
3.06.03 – рентгеновские линзы		
3.06.04 – фотонные кристаллы		1
3.06.05 - метаматериалы		
3.06.06 – квантовые микрорезонаторы		
3.06.07 – суб-длинноволновая опт., наноплазмоника		

Выводы

1. В значительном число наукоемких областей , имеющих **среднесрочную** перспективу, нет ни инвестиционных, ни образовательных проектов.
2. В областях, имеющих **долгосрочную** перспективу, вообще нет проектов.
3. Нет возможности построить карты по технологии и метрологии.

Заключение

Необходима организация образовательной системы подготовки кадров для **средне- и долгосрочной** перспективы, со студенческой скамьи.

Программы профессиональной переподготовки наиболее актуальны в областях, имеющих среднесрочную, а не краткосрочную перспективу.

3. Обобщенные предложения экспертов об оптимальной структуре программ подготовки кадров для средне- и долгосрочных задач развития nanoиндустрии.

Рязанов Валерий Владимирович

Д.ф.-м. н., заведующий лабораторией Сверхпроводимости ИФТТ РАН, профессор кафедры физики и технологии наноструктур ФОПФ МФТИ, руководитель специализации «Электронные и магнитные наноструктуры», консультант проекта «Корпус экспертов».

Дополнения – Г.А.Цирлина, М.В.Фейгельман

Общие принципы

1. В 5-летней и более дальней перспективе в наукоемкой индустрии востребованы кадры с базовым фундаментальным образованием на магистерском и аспирантском уровнях.
2. **Профильные магистратуры** для подготовки таких специалистов могут быть организованы при существующих вузах как минимум в пяти регионах, при участии специалистов из институтов РАН.
3. **Узкие специализации** магистров и аспирантов должны быть обеспечены, в основном, в рамках индивидуальной исследовательской работы.
4. Профессиональная переподготовка **для текущих** потребностей nanoиндустрии, **при наличии заказа**, может быть обеспечена при магистратурах и базовых кафедрах по индивидуальным планам повышения квалификации.
5. Специалисты, необходимые в **краткосрочной (2-3 года)** перспективе, могут быть подготовлены при тех же вузах и институтах в рамках **целевых магистратур** по индивидуальным планам, в том числе с выполнением дипломных работ на предприятиях.

Базовое образование. Бакалавриат

Программа подготовки бакалавров, включающая изучение:

- основ современной квантовой физики;**
- современных технологий наноструктур и метаматериалов;**
- современных методик характеристики этих объектов.**

Подготовку бакалавров в области Нанотехнологий возможно проводить прежде всего:

в Москве и Московской области: ИРЭ РАН, ИФТТ РАН, ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, ФИ РАН, ИОФ РАН, ИПТМ РАН, ИС РАН, МГУ, МИЭТ)

Санкт-Петербурге: ФТИ им. Иоффе – Политехнический университет, ЛЭТИ, Академический университет

Нижнем Новгороде: ИФМ РАН, ИПФ РАН - Университет

Казани: ФТИ им. Завойского - Университет

Новосибирске: ИФП СО РАН - Университет

Бакалавриат. Основы современной квантовой физики

- **Стандартные курсы общей физики, включающие основные понятия классической и квантовой физики (механика, электродинамика, оптика, статистика и термодинамика)**
- **Квантовая механика, статистическая физика.**
- **Курс физики твердого тела (полуклассическая физика металлов, полупроводников, диэлектриков, магнетизм)**
- **Введение в физику классических полупроводниковых и твердотельных приборов**
- **Введение в сверхпроводимость, слабую сверхпроводимость**
- **Курс по физике систем пониженной размерности, мезоскопии и наноструктур**
- **Курс по физическим основам работы квантовых устройств наноэлектроники, одноэлектроники, спинтроники, сверхпроводниковой электроники и т.п.**
- **Курс по основам акустонаноэлектроники.**
- **Курс по основам нанофотоники**
- **Курс по основам квантовой и оптической электроники**
- **Химия твердого тела,**
- **Курс по основам телекоммуникационных систем**
- **Информатика и вычислительная техника**

**1. Квантовая физика (или Физика и технология наноструктур)
(бакалавриат)**

**1А. Физические основы
наноэлектроники
(магистратура)**

4 специализации
(слайд 3)

Квантовые вычисления и квантовые телекоммуникации
(специализация)

**1В. Оптоэлектроника,
фотоника
и квантовая оптика
(магистратура)**

4 специализации
(слайд 4)

Микро(нано)электро-
механические системы
(специализация)

4 специализации
(слайд 5)

**1С. Технология, диагностика
и метрология наноструктур
(магистратура)**

**2. Химия и физика твердого тела; 4 Механика материалов
(бакалавриаты) (слайд 7)**



В.Т.Долгополов, Основы физики полупроводниковых структур пониженной размерности (**МФТИ-ИФТТ**)

В.М.Пудалов, Электронные свойства низкоразмерных систем (**МФТИ-ФИАН**)

Я.В. Фоминов, Транспорт в мезоскопических системах (**МФТИ-ИТФ им. Ландау**).

М.В. Фейгельман, Теория сверхпроводимости (**МФТИ-ИТФ им. Ландау**).

В.В. Рязанов, Введение в физику сверхпроводников (**МГУ, МФТИ, ИФТТ**)

С.Г. Тиходеев, Введение в физику наноструктур (**Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН**).

В.Г. Попов, Введение в физику и технологию наноструктур (**МФТИ, ИПТМ РАН**)

О.В.Снигирев. Физические основы микро- и наноустройств на основе квантования магнитного потока и электрического заряда (**МГУ**)

Я.Фоминов и Н.Щелкачев, Эффект Джозефсона (**МФТИ**)

В.Я. Алешкин, Современная физика полупроводников

(**Нижегородский университет, Ин-т физики микроструктур РАН**)

А.Ю.Аладышкин, Туннельные явления в нанофизике (**Нижегородский универ., Ин-т физики микроструктур РАН**)

А.С. Мельников, А.В.Самохвалов, Дополнительные разделы физики твердого тела

(**Нижегородский университет, Ин-т физики микроструктур РАН**)

Л.Н. Жерихина, Избранные вопросы сверхпроводимости.

Слабая сверхпроводимость. (**ФИ РАН**)

И.С. Бурмистров, Целочисленный квантовый эффект Холла (**МФТИ-ИТФ Ландау**)

Н.Н. Колачевский, Введение в квантовую информацию (**МФТИ-ФИАН**)

Новиков А.В., Основы полупроводниковой технологии: Метод молекулярно-пучковой эпитаксии и его применение для формирования SiGe наноструктур

В.Л. Миронов, спецкурс «Сканирующая зондовая микроскопия»
(ИФМ РАН, Нижний Новгород)

Учебные планы: Учебный план МИЭТ:

Поддержано Роснано

- стандартизация и сертификация
- функциональная микро- и наноэлектроника
- физические основы наноэлектроники
- экспериментальные методы исследования и метрология
- моделирование технологических процессов
- элементы и приборы наноэлектроники
- маршруты ИС, БИС
- физико-химия наноструктурных материалов
- методы зондовой нанотехнологии
- оптическая и квантовая электроника
- пучковые технологии для микро- и наноэлектроники
- современные проблемы электроники
- специальные разделы математики
- физические основы квантовой информатики

Учебные планы

Поддержано Роснано

Учебный план

Программа профессиональной переподготовки «Промышленное производство наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и дискретных полупроводниковых приборов»

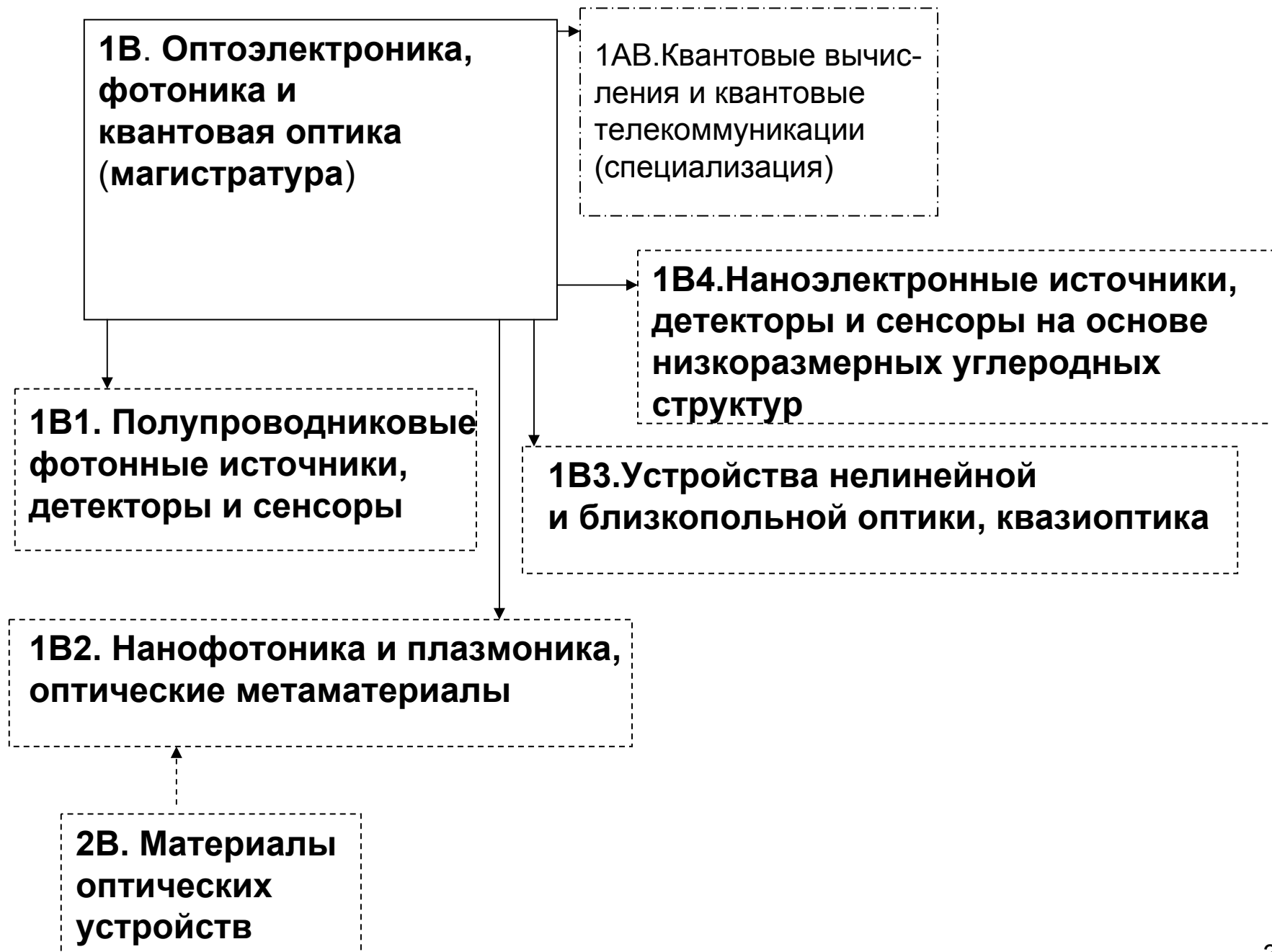
ГОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

УЧЕБНИКИ

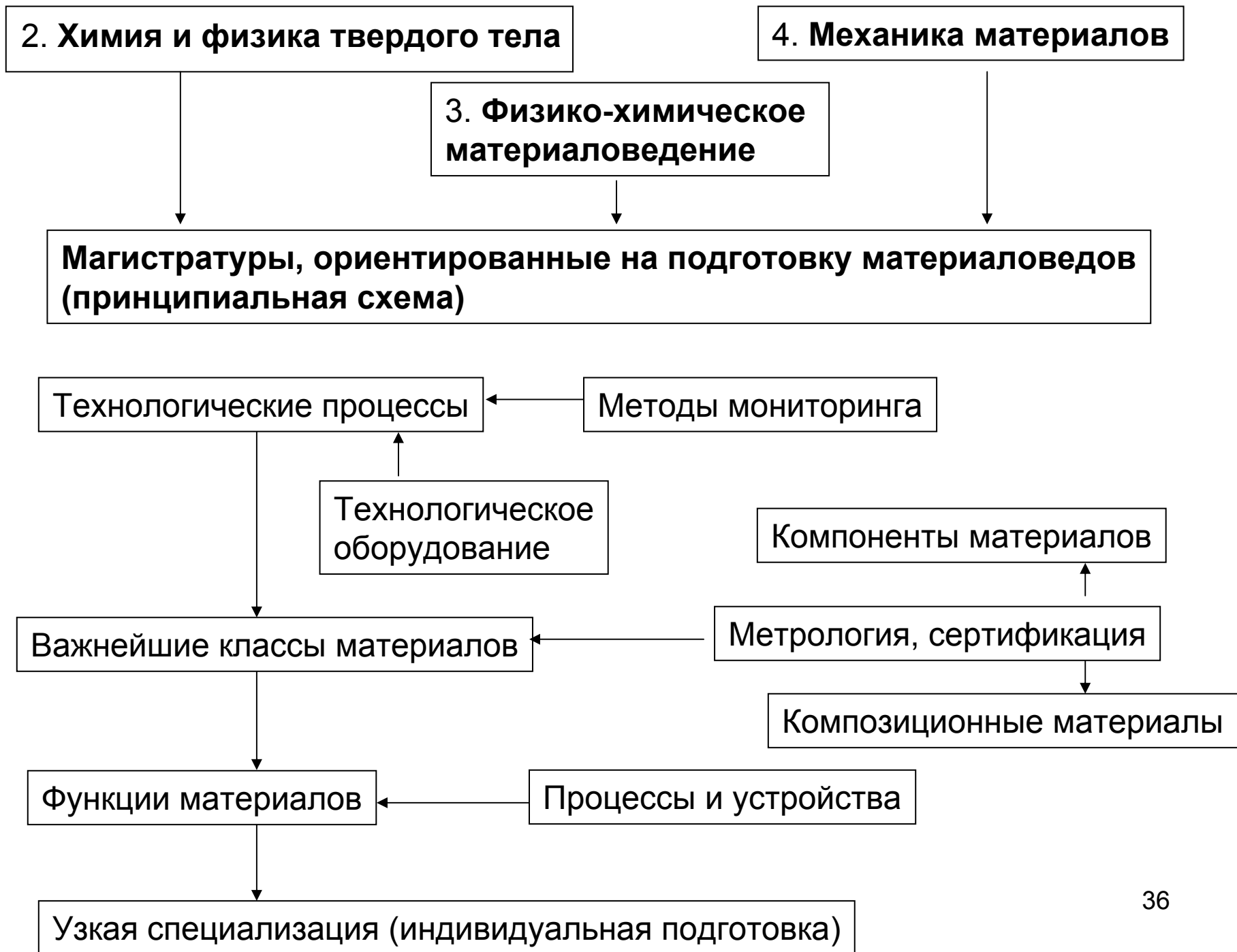
Поддержано Роснано

М.В. Черкашин, Л.И. Бабак. Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств. 2010 г. (Учебное пособие. Томский гос. университет)

В.М. Калыгина. Основные законы физики твердого тела в решении задач моделирования полупроводниковых материалов и структур. (Учебное пособие. Томский гос. университет)







2. Химия и физика твердого тела (бакалавриат)

2А. Функциональные керамики: пьезо-, сегнето-, термоэлектрические, электроизоляционные, электродные для газовых устройств....

2В. Материалы оптических устройств: люминофоры, светофильтры, фотохромы, прозрачная керамика и стекла....

1С1
(слайд 5)
метрология

2С. Полупроводниковые материалы: тонкие пленки, гетероструктуры, буферные слои, низкоразмерный углерод....

2D. Магнитные материалы

4D. Биосовместимые материалы

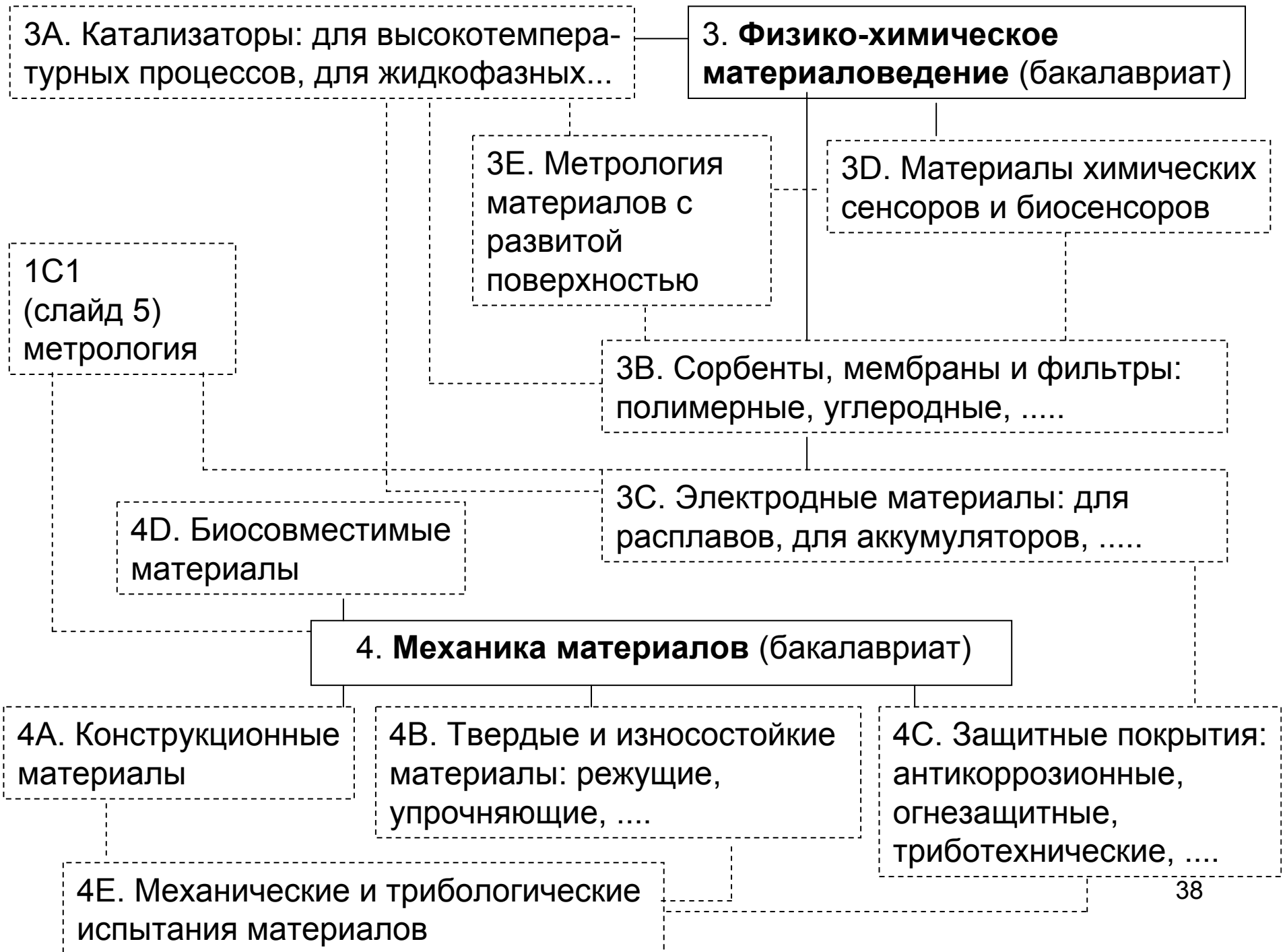
4. Механика материалов (бакалавриат)

4А. Конструкционные материалы

4С. Твердые и износостойкие материалы: режущие, упрочняющие....

4С. Защитные покрытия: антикоррозионные, огнезащитные, триботехнические,

4Е. Механические и трибологические испытания материалов



Предложения по организации **двухэтапного конкурса** образовательных программ подготовки кадров для наукоемкой **наноиндустрии**

Цель 1 этапа конкурса (2013) – **собрать в открытых сетевых ресурсах современные качественные развернутые программы** подготовки кадров по наноэлектронике, оптоэлектронике, нанофотонике и наноматериалам, а также учебные материалы к этим программам.

Цель 2 этапа конкурса - организовать в нескольких крупных регионах **очные магистратуры** для подготовки кадров по наноэлектронике, оптоэлектронике, нанофотонике и наноматериалам, обеспечивающие также возможности дистанционного обучения студентов из других регионов и целевой подготовки/индивидуальной переподготовки специалистов по заказам компаний и предприятий.

Заявки на 1 этапе - от **коллективов научных работников и преподавателей** (желательно – в рамках одного региона); на 2 этапе - от одной или нескольких **кафедр вузов (в том числе базовых кафедр в научно-исследовательских институтах) или от малых факультетов**. Заявителям предоставляется возможность комбинировать программы с использованием всех материалов, созданных на 1 этапе разными коллективами. К заявке прилагается согласие руководителя вуза на реализацию в будущем в этом вузе предлагаемых программ.

По итогам экспертизы заявок 1 этапа поддерживаются проекты по подготовке **развернутых материалов, полностью обеспечивающих учебный процесс в рамках одной или нескольких специализаций:**

- подробные конспекты или презентации всех лекций,
- методические разработки к каждой задаче практикума,
- задачи для семинарских занятий,
- методические пособия,
- детальные планы технологической практики.

Все подготовленные материалы размещаются **в открытом доступе на сетевых ресурсах, поддерживаемых коллективами исполнителей.**

По итогам экспертизы заявок 2 этапа поддерживаются **3-летние** проекты действующих **очных магистратур** для подготовки кадров по нанoeлектронике, оптоэлектронике, нанофотонике и наноматериалам, обеспечивающие также возможности дистанционного обучения. На основании отчетов по этим проектам **после 2 лет выполнения** принимается решение о включении этих магистратур в систему Минобразования.