

Целью этой статьи является показать широкий спектр подготовки специалистов по нанотехнологиям в университетах Австралии и наличие современных центров по нанотехнологиям. За последние годы объем государственного финансирования исследований и разработок в области нанотехнологий в разных странах мира увеличился приблизительно в пять раз. В соответствии с существующими прогнозами мировой объем производства в области нанотехнологий к 2015 году должен превысить 1 трлн. долларов США, что по разным источникам может привести к созданию около 2 млн. рабочих мест. Одной из важнейших составляющих развития нанотехнологии является подготовка профессиональных кадров, способных эффективно работать в этой новой междисциплинарной области науки и техники. В учебный процесс университетов многих стран мира введены образовательные профессиональные программы по нанонауке и нанотехнологии, рассчитанные на различные уровни образования [1]. В настоящее время особое внимание государственной политики России в области науки и образования обращено на подготовку специалистов, способных выполнять научные исследования и разработки по перспективным направлениям в области нанотехнологий [2]. Более чем 50 российских университетов ведут подготовку бакалавров, магистров и специалистов, имея лицензии или заключения учебно-методического объединения на право ведения образовательной деятельности по направлению «нанотехнологии» [3]. В рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008-2010 г.г.» в 32 университетах создаются Научно-образовательные центры по направлению нанотехнологии. Одновременно во многих университетах РФ открыты специализации, бакалаврские и магистерские программы, ориентированные на подготовку кадров для наноиндустрии. В Казанском национальном исследовательском технологическом университете есть программы подготовки дипломированных специалистов по специальности «наноматериалы» и бакалавров по направлению «нанотехнология», программы послевузовской подготовки (аспирантура) по специальности «бионанотехнологии» («биологические науки») [4]. Имея статус исследовательского университета, КНИТУ устанавливает сотрудничество с ведущими иностранными исследовательскими университетами [5]. Принимая во внимание партнерство России и Австралии в Азиатско-Тихоокеанском регионе, заинтересованность с обеих сторон в развитии сотрудничества в энергетической и горнодобывающей сферах, следует развивать сотрудничество и в области образования, устанавливать партнерские отношения между университетами двух стран. Австралию отличает высокий уровень образования и подготовки кадров, прежде всего инженеров, специалистов в сфере IT-технологий, финансов и других областях. Австралия на сегодняшний день является одной из стран-лидеров развития наноиндустрии. Основные перспективные направления австралийских исследователей сосредоточены в следующих областях:

материалы, нанобиотехнологии и оборудование в медицине, энергия и окружающая среда, электроника и фотоника, квантовая механика, приборостроение и программное обеспечение. Правительство Австралии непосредственно содействует развитию нанотехнологий. Взаимодействие правительства штатов, территориальных образований и частного сектора в области нанотехнологий обеспечивает финансирование инновационной отрасли в размере 100 миллионов австралийских долларов в год на проведение исследований и создание конкурентноспособной нанопродукции. В 2007 г. австралийское правительство объявило о своих планах относительно общенациональной программы «Национальная стратегия развития нанотехнологий». В рамках программы будут предприняты мероприятия по объединению усилий компаний промышленности, исследователей, правительства и общества в целом для достижения следующих целей стратегии: обеспечение возможности измерения наночастиц в Национальном институте измерений; разработка отраслевых нормативов и стандартов; выработка результативных рекомендаций всему наносообществу. На эти цели Правительство выделило 21,5 миллиона долларов на четыре года. Правительство также проводит политику налоговых льгот для научно-исследовательских институтов и компаний, занимающихся исследованиями в области нанотехнологий [1]. В мае 2007 года Агентство внутренних инвестиций Правительства Австралии выпустило «Отчёт о возможностях Австралии в области нанотехнологий», в котором описывается текущее состояние нанонауки и нанотехнологии в Австралии. Особый интерес представляет раздел «Australian Nanotechnology Matrix» и «Index», в которых перечислены основные компании и институты, НИИ с указанием их специализации в области нанотехнологий. К настоящему времени Австралия уже завоевала репутацию мирового научно-технического «цеха», который обладает мощной сетью из более чем 75 НИИ, специализирующихся на развитии нанотехнологий, и более чем 80 компаний, обеспечивающих выход нанопродукции на международный рынок. Основной особенностью австралийского сектора нанотехнологий является сотрудничество национальных научно-исследовательских институтов и частных компаний, образование альянсов и союзов с целью развития nanoиндустрии [6]. Большая часть НИОКР в области нанотехнологий выполняется в НИИ и университетах, кооперативных исследовательских центрах и «центрах совершенства». Финансы в эти организации поступают из многих источников и, в частности, через Австралийский Совет по научным исследованиям, Австралийскую организацию ядерных исследований, разновидность местной Академии наук, а также от правительств отдельных провинций, частных и зарубежных источников. Система высшего образования в Австралии включает бакалавриат (студенческое образование), дополнительные курсы для дипломированных студентов (почетная степень), последипломные программы образования [7]. Различные

институты Австралии предлагают образовательные программы различных уровней в области нанотехнологий. При этом, наличие в общем курсе дисциплины, посвященной определенному аспекту в области нанотехнологий, определяет глубину изучения соответствующей тематики. Существуют также специализированные программы, сочетающие изучение физики, химии, биологии и т.д. с позиции нанотехнологий. Чтобы оценить фундаментальные и прикладные исследования в области нанотехнологий, следует рассмотреть программы подготовки, предлагаемые ведущими университетами Австралии. Некоторые из них входят в группу инновационных исследовательских университетов Австралии IRU (Innovative Research Universities): это университет Гриффита, университете Ла Троба, университет Мердока, университет Флиндерса и университет Южной Австралии. 35 научно-исследовательских центров данного объединения работают над разработкой совместных программ, социальной составляющей научно-исследовательской деятельности, внедрением практического модуля в процесс обучения. Преимущество для студентов - в более широком доступе к научно-исследовательской деятельности (научные руководители, библиотеки, лаборатории). Университет Квинсленда и Мельбурнский входят в международную сеть исследовательских университетов Universitas 21 Global. Австралийский национальный университет в Канберре (Австралийская столичная территория) включает в себя 7 колледжей и Институт передовых исследований. Колледжи осуществляют подготовку бакалавров, магистров и ведут исследовательскую деятельность. Институт передовых исследований сконцентрирован исключительно на исследовательской работе и подготовке магистров и состоит из 9 исследовательских школ и исследовательского центра. Есть исследовательская школа физики и инжиниринга, колледж физических и математических наук. Ведутся исследования по конфигурации плазмы, физике космической плазмы (экспериментальные и теоретические аспекты расширения применения плазмы в высокочастотных спиральных волнах в космической науке, водородных топливных элементах), физике жидкостей (изучение физики турбулентности). Среди прикладных технологий можно выделить проект BushLAN, нацеленный на то, чтобы провести беспроводную широкополосную сеть в отдаленные районы. В сфере нанонауки и нанотехнологий студентами разрабатываются проекты на темы: монохроматор высокого разрешения, рост полупроводниковых нанопроволок, нелинейные перестраиваемые материалы [8]. Сиднейский технологический университет (Штат Новый Южный Уэльс) также предоставляет возможность изучения нанотехнологий для студентов. В институте доступны следующие дисциплины: наноматериалы, молекулярные нанотехнологии, оптика и нанофотоника, твердые тела и наноустройства, бионанотехнологии. С 2005 г. в университете стартовали следующие программы обучения студентов в области нанотехнологий: междисциплинарная научная программа с присвоением

степени бакалавра и объединенная научно-коммерческая программа. Ежегодно 30 студентов становятся участниками этих программ. Благодаря практике проведения занятий и результатам проведенных исследований разработаны такие новые дисциплины, как микроскопия зондов и электронов. Со времени разработки программ обучения по нанотехнологиям университет ввел некоторые усовершенствования: в настоящее время часть дисциплин, посвященных нанонауке, читают привлекаемые университетом специалисты в области практического применения нанотехнологий из различных сфер бизнеса. В Институте технологий производств нанопленок исследуются функционирующие оптические системы, характеристика нанодомена, обнаружение протеинов. Предметами исследования являются такие междисциплинарные объекты как нано-дом и нано-тело. В 1995 году университет участвовал в создании Австралийского технологического парка. Выгодное расположение технопарка вблизи центра и университетских территорий служит причиной размещения на его территории лидирующих австралийских и мировых ИТ и научных компаний. Такое преимущество создает предпосылки для широкого обмена научными достижениями и наработками. Технопарк предназначен для работы начинающих высокотехнологичных компаний с акцентом на биоиндустрию [9]. Предлагаются курсы бакалавриата по нанотехнологии: нанонаука, биомолекулы, наноматериалы, бионанотехнологии, молекулярные нанотехнологии, наноустройства. Курсы магистратуры по нанотехнологии - наноматериалы, молекулярные нанотехнологии, оптика и нанофотоника, твердые тела и наноустройства, бионанотехнологии. Аспирантура по направлению «нанотехнологии» - нанобиотехнологии, нанотехнологии для датчиков и биодатчиков, оптика и нанофотоника, твердые тела и наноустройства [1]. Приоритетные области университета Гриффита (Штат Квинсленд) – это наука о воде, разработка новых лекарственных препаратов, политика и госбезопасность в регионе, изменения климата, устойчиво развивающийся туризм, здравоохранение. В аспирантуре Гриффита обучается 1000 студентов. Всего в Гриффите 38 научно-исследовательских центров (как местного, так и мирового значения), в которых ведется исследование по 2173 различным темам. Действует Квинслендский центр микро и нанотехнологий, где исследуют проблемы, в области микро и нанотехнологий, которые являются неотъемлемой частью развития «чистых и умных» систем. Этот центр объединяет ученых, занимающихся фундаментальной теорией материалов, вопросами развития материалов, чувствительными элементами, микроэлектронной инженерией и микротехнологией, которые находятся на стыке физики, химии, прикладной математики и машиностроения. Упор делается на 4 основные темы исследований: жизнеспособные энерготехнологии, новые инструменты и материалы, комплексные системы и сигналы, теория и моделирование. Имеется оборудование для микротехнологий. В настоящий

момент запущены проекты, связанные с такими темами как поверхности, интерфейсы, материалы с порами и мембранами, материалы для сохранения и изменения энергии, транспортировка и поток в биомедицинских системах, сети интеллектуальной памяти: новый подход к распознаванию образцов и других когнитивных задач, технология получения карбида кремния - силикон (SiC on Si). Ведутся фундаментальные исследования микро- и нано-пленочных систем [10]. Университет Квинсленда (Штат Квинсленд) имеет восемь научно-исследовательских учреждений мирового класса. Он является одним из ведущих исследовательских университетов Австралии. В его состав входят: Квинслендский институт мозга, Институт молекулярных биологических наук, Исследовательский институт общественных наук, Институт глобальных изменений, Институт устойчивых минералов, Квинслендский союз в области сельскохозяйственных и продовольственных инноваций и Австралийский институт биоинженерии и нанотехнологии. Центр обработки и производства современных материалов занимается исследованиями в области металлов, полимеров, керамики, композитов и гибридов и дальнейшим применением при проектировании поверхностей, обработке полимеров, отливке, обработке порошков, литье и в машиностроении. Университет предлагает степень бакалавра биотехнологии (нанотехнологии) [11]. В университете Ла Троба (Штат Виктория) существуют специализированные направления в изучении наноструктурных материалов и бионанотехнологий. Предлагаются 3 программы по нанотехнологиям в Мельбурнском кампусе: Магистр нанотехнологий (степень с 2-летним обучением), Бакалавр наук/Магистр нанотехнологий (степень с 5-летним обучением) и бакалавр естественных наук/нанотехнологии (дополнительная степень с 4-летним обучением). Отличительные черты программ со степенями: наличие 6 специализированных направлений: нанохимия, сканирующие зондовые микроскопы, изображение и определение параметров материалов, наука синхротронов и технологии, наноматериалы и их конструирование, сенсоры и устройства. На последнем году изучения ведется основной исследовательский проект, позволяющий студентам попрактиковаться в лабораториях или на промышленном предприятии. Основной упор делается на физику, химию и биохимию. Математика, биология и другие курсы выбираются студентами самостоятельно [12]. В Мельбурнском университете (Штат Виктория) есть Институт исследования материалов, основные области исследования которого: наномедицина, квантовые технологии, биоинженерия, материалы для энергетики. В Центре нанонауки и нанотехнологий идет сотрудничество между исследователями университета Мельбурна с кафедры химической и биомолекулярной инженерии и школами физики и химии, институтом биомолекулярной науки и биотехнологий. Центр был создан в 2003 г. с целью развития нанонауки и нанотехнологий, включая современные материалы, биотехнологии, информационные и коммуникационные технологии и новые

технологии производства. Проектами центра являются: нановычисления квантовой точки, инжиниринг тканей, доставка лекарства на основе наноразмерных частиц и биомаркировка, наноспроектированные определенные частицами поверхности. Университет предлагает степень магистра нанотехнологии [13]. Университет Монаша (Мельбурн, Виктория) ведет образовательную и исследовательскую деятельность с 1961 г. [14]. Он признан одним из ведущих центров нанонауки в Австралии, дает возможность обучения следующим дисциплинам: наука о наноматериалах и инженерия (школа физики, отдел разработки материалов, школа химии, химическая инженерия); нанобиотехнологии (Викторианский колледж фармацевтики); Центр зеленой химии. Университет обладает развитой научной инфраструктурой для проведения различных исследований на наноуровне. Сюда относятся: электронная микроскопия, спектроскопия, биоспектроскопия, исследования частиц и реология, дифракция рентгеновских лучей. Огромные возможности открываются перед студентами Университета в связи с вводом в действие синхротрона (ускорителя частиц) в университетском городке Клейтон в 2007 году. Университет является основателем компании «Нанотехнологии Виктории», основной деятельностью которой является воплощение результатов нанотехнологических исследований в продукции (коммерциализация нанотехнологий). Университет Монаша возглавляет Национальный Центр Передовых Технологий Материалов [15]. Он оказывает аналитические, консультационные услуги в наноиндустрии, используя ряд сложных нанотехнологий, разработанных школой физики и ведущими исследовательскими центрами Австралии в области инженерии. Университет является основателем некоммерческой организации Австралийская Сеть Технологий Материалов (Материалы Будущего) [16]. Компания оказывает отраслевые консультационные услуги и выпускает ежемесячный информационный бюллетень, в котором регулярно публикует обзоры продукции нанотехнологий. Департамент инженерии материалов Университета Монаша активно вовлечен в исследовательские процессы в следующих областях: передовые соединения для космической промышленности; применение электромагнитных устройств; новые дешевые фотоэлементы; система доставки медицинских препаратов; тканевая инженерия, производство стволовых клеток; структурные каркасы; легкие металлические сплавы; высокопрочная сталь; разработка новых материалов на атомном уровне «атом к атому»; модификация микроструктуры металлов и свойств на атомном уровне для хранения энергии; - электронная микроскопия; - биомимикрия. Есть курсы бакалавриата по нанотехнологии, инженерии материалов, наноструктура материалов, наноматериалы и нанобиотехнологии, биоматериалы, нанобиодатчики. Предлагаются курсы магистратуры по нанотехнологии: биохимическая и биопроцессная, инженерия, синтез нанокристаллов, инженерия материалов,

микророботы, механическая инженерия, наномеханика, наноустройства, нанобионика [1]. В университете Кертина (Перт, Западная Австралия) учрежден Институт исследований в области нанохимии. Проводимые исследования: от спонсируемых правительством фундаментальных исследований до конфиденциальных промышленных проектов. Институт является частью Западно-Австралийского нанохимического института (WANRI), который включает в себя университет Кертина, университет Мердока и Западно-Австралийский университет. За последнее десятилетие в университете Кертина используются экспертный анализ и приемы (такие как кристаллизация и определение параметров материалов) которые ведут к значительной возможности развития нанохимии. Профессор Дамен Арриган (кафедра химии), работавший раньше в институте в Национальном Институте Тиндала, г. Корк, Ирландия, где он вел исследовательскую группу в области химических сенсоров, электрохимии, микрофлюидов и нанофабрикации, проводит независимую исследовательскую программу теперь и в университете Кертина. Предлагается степень бакалавра наук (нанотехнологии) [17]. На долю Университета Западной Австралии (Перт, Западная Австралия) приходится около 70% исследовательской работы, проводимой в Западной Австралии – он является также одним из ведущих исследовательских мировых центров. Образовательные программы университета в области нанотехнологий обучают студентов теоретическим основам и навыкам применения нанотехнологий в биологии, химии, физике и инженерии.[18] Студент индивидуально выбирает специализацию и на третьем году обучения работает над основным проектом по своей тематике. Курсы бакалавриата по нанотехнологии - нанотехнологии, молекулярная биология, инженерия материалов, биоизмерения, оптика и электродинамика, наноэлектроника полупроводников. Курсы магистратуры по нанотехнологии - прогрессивная биофизика, наноэлектроника, оптика и электродинамика, инженерия материалов. Аспирантуры по нанотехнологиям в Университете нет [1]. Университет Мердока (Перт, Западная Австралия) предлагает степень бакалавра наук («физика и нанотехнологии») в областях исследования: солнечная энергия, тонкие пленки, нанотехнологии [19]. Основной кампус университета Флиндерса (Южная Австралия) находится в Аделаиде, но университет ведет учебную и научно-исследовательскую деятельность и в других регионах страны. Особое значение придается проведению междисциплинарных исследований. При университете действует центр нанонауки и нанотехнологий. Университет предлагает образовательные программы (от бакалавриата до доктората) по естественным наукам и технологиям, в том числе по физике, химии, информатике, проектировании, математике, биологии; междисциплинарные курсы с акцентом на исследование окружающей среды, искусство, поведенческую науку, медико-санитарные дисциплины и новые технологии; профессиональные программы по медицине.

Предлагается степень бакалавра наук и магистра нанотехнологии. Это первый австралийский университет, предложивший диплом в этой области (в 2000 г.) На 2 году обучения выбирается одна из областей: 1 биомедицинские нанотехнологии 2 квантовые наноструктуры [20]. В университете Аделаиды (Южная Австралия) предлагается степень бакалавра естественных наук («нанонаука и материалы»), которая предполагает 3-х летнее обучение. В первый год изучается химия и физика с дополнительными курсами по выбору, например математика и биология. На втором году обучения упор делается на связь химии и функциональных материалов. Студенты изучают разработку современных материалов: полимеров, катализаторов, оптических переключателей, сенсоров и фотоэлементов [21]. При университете Южной Австралии действует исследовательский институт Яна Варка, где ведутся исследования в 3-х секторах: биополимерные интерфейсы, коллоиды и наноструктуры, обработка минералов. Институт сыграл ключевую роль в развитии программы со степенью бакалавр наук (современные материалы). Программа позволяет студентам изучать широкий спектр основных наук: химию, физику, биологию и математику. Специализация идет в таких областях как минералы, наноматериалы, оптические материалы, технология воды, восстановление окружающей среды, технологии в области энергетики, биоматериалы, химия и фармацевтика, физика для медицины. Программа специально разработана для основных промышленных секторов Южной Австралии и страны в целом. Предлагается также степень бакалавра технических наук технических в области машиностроения и нанотехнологий, магистра инженерных наук по профилю «материалы и нанотехнологии» [22]. Таким образом, можно сделать вывод, что в системе образования Австралии подготовке кадров для наноиндустрии уделяется большое внимание: в каждом штате страны есть университет, предлагающий курсы и направления подготовки по нанотехнологиям для бакалавров, магистров и аспирантов; также существуют курсы повышения квалификации по различным областям нанотехнологий при университетах. При этом можно выделить несколько основных направлений подготовки кадров для наноиндустрии: химия, биология, медицина, конструкционные материалы, электроника, энергетика. В Австралии наиболее эффективным путем соединения научных достижений, передовых технологий, наноразработок и их практической реализации является образование технопарков, объединяющих в себе преимущества университетов и инновационных технологически ориентированных бизнес структур. Целесообразно установить академический обмен преподавателями между российскими и австралийскими университетами для подробного изучения содержания программ подготовки бакалавров, магистров и аспирантов по направлению нанотехнологии в университетах обеих стран, с целью усовершенствования существующих программ, а также для введения новых

программ подготовки по этой специальности.