

ШАГИ К ТЕХНОПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВУ¹

Михаил Маркович Эпштейн,

доцент Санкт-Петербургского государственного университета,
кандидат педагогических наук, e-mail: epimisha@gmail.com

Алексей Николаевич Юшков,

преподаватель Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики», кандидат психологических наук, г. С.-Петербург

Очевидно, что система образования не участвует непосредственно в развитии того или иного сектора экономики; задача образования — в подготовке молодого поколения к трудовой деятельности, в том числе и в промышленности. Налаженные формы взаимодействия школ с разными производственными структурами, научными центрами, средним и малым бизнесом обозначают значение общего образования (или обнаруживают его слабость), делают представления подростков и старшеклассников о собственном будущем более осмысленными и стратегическими.

- производственные задания • учебные компании • кейсы • школы-технопарки
- технопредпринимательство • инновации • экспериментальное моделирование

Практические работы с производственными заданиями

Учебные фирмы

Разобраться в том, как устроен бизнес, что такое прибыль и как она возникает, как должно быть устроено производство, чтобы у него была прибыль, что такое налоги, трудовая дисциплина, как создаётся качественный продукт и отчего бывает брак, можно уже во время учёбы в школе. Все эти знания вносят свой вклад в «чувство взрослости» подростков, самоопределение старшеклассников. Причём разбираться со всеми этими нюансами организации «взрослой жизни» нужно практически — самим включаясь в процессы изменения, обустройства окружающей жизни. Примеры такой

работы школ в сотрудничестве с бизнесом и другими организациями есть.

Так, с 1991 года развивается в России программа «Достижения молодых» (www.ja-russia.ru). Одна из линий в этой программе — организация работы школьных компаний. Обучаясь экономике и предпринимательству, старшеклассники создают небольшие компании, которые в полуигровой-полуреальной обстановке проходят весь бизнес-цикл — от идеи до производства продукта и его продажи. В этом ребятам помогают фирмы-партнёры, специалисты которых выступают помощниками, консультантами, партнёрами.

В России есть школы, которые осуществляют свою воспитательную программу

¹ См. также: Эпштейн М.М., Юшков А.Н. Образовательный потенциал производства // Народное образование. — 2014. — № 10.

на основе производственного труда. У таких школ есть опыт самостоятельной финансово-хозяйственной деятельности школьных предприятий и производств, в которых самое активное участие принимают старшеклассники — как работники и организаторы производственных процессов. Специально для поддержки этих школ, выявления и распространения успешного опыта журналом «Народное образование» проводится Конкурс имени А.С. Макаренко (<http://konkursmakarenko.narod.ru>).

Кейсы

Один из способов дать возможность подросткам глубже познакомиться с реальными проблемами настоящего предприятия — предложить им решить кейс предприятия, созданный на основе реальных проблем (или текущих задач) конкретного предприятия. Сам по себе кейс-метод уже давно используется в обучении специалистов предприятий, не так давно начал использоваться в работе со студентами, но вот со школьниками решать кейсы реальных предприятий начали совсем недавно.

Понятны сложности в организации такой работы. Тем не менее примеры взаимодействия компаний со школьниками по решению кейсов уже есть. Один из действующих форматов — кейс-чемпионат (по аналогии со студенческим), другой — организация работы с кейсами в рамках летней школы «Наноград» (<http://schoolnano.ru/nanograd2014>). Партнёрские компании в рамках летней школы «принимают на работу» участников летней школы — старшеклассников в качестве стажёров и предлагают для решения кейс, разработанный на основе реальных проблем и задач, стоящих перед предприятием (технических, технологических, маркетинговых, рекламных). Под руководством кураторов и при участии консультантов от фирм старшеклассники должны предложить решение кейса и в конце школы защитить его перед Экспертным советом, в который входят руководители предприятий-заказчиков.

*«СМОЛО.КОМ» и «Оператор
электронного правительства»*

Толчком к появлению ООО «СМОЛО.КОМ» стал курс программирования на языке

ШКОЛА И ВОСПИТАНИЕ

Java, который провёл для учащихся Губернского лицея города Пензы В.М. Фрайман (Израиль). После этого летом школьники проходили практику в ОАО «Оператор электронного правительства»: работали там как стажёры, а первое время просто наблюдали за деятельностью и познакомились с требованиями, которые предъявляет «ОЭП» к написанию кода и т.п.

В итоге создали ООО «СМОЛО.КОМ», заключили договора со школьниками. Сейчас выполняют заказ, связанный с разработкой программ для «Электронного правительства»: программы позволяют производить документооборот в государственных структурах. В результате запуска проекта привычные бумажные носители будут заменены электронной версией.

Техническое задание адаптируется для учащихся информационно-математических классов Губернского лицея, и каждый делает свою часть работы: пишет код, делает дизайн, вёрстку и т.п. Это первая и пока единственная в Пензе школьная компания, работающая в сфере IT.

*Дизайн-проектирование —
от замысла до реального воплощения*

Школа № 66 города Пензы участвует в практико-ориентированных проектах «Обучение через предпринимательство», «Открытые двери в мир бизнеса». Параллельно с этим школа подписала договор с многопрофильным колледжем. Теперь, параллельно обучению в школе, на базе колледжа школьники обучаются профессиям, и вместе с аттестатом получают документ о полученном разряде по профессиям.

Одно из предприятий-менторов — пензенский завод «ТяжПромАрматура». Школе предложили участвовать в бизнес-проекте «Игра — дело серьёзное», и с их поддержкой школьники

разработали и создали настольную игру «Шаг в будущее», которая существует уже в виде готового продукта и успешно продаётся.

Следующий проект — «Идеальное рабочее место школьника» (ИРМ), в котором тоже участвует завод как предприятие-ментор. Школьники создают дизайн-проект «идеальной классной комнаты» в школе.

Для этого в распоряжение проектной группы передали комнату актива: ребята разработали дизайн и чертежи корпусной мебели, которую затем сами изготовили в цехе «ТяжПромАрматуры». Старшеклассники, прошедшие все этапы этой работы, выступают сейчас экспертами и руководителями рабочих групп, в которые вошли ученики 6–7-х классов: вместе с ними они разрабатывают и реализуют мини-проекты.

Технопредпринимательство — что это?

Технологическое предпринимательство — систематическая предпринимательская деятельность, основанная на трансформации фундаментальных научных знаний в промышленно применимые, экономически оправданные и востребованные рынком технологии. Технологическое предпринимательство радикально отличается от обычного предпринимательства наличием инновационной идеи, которое обеспечивает производство продукции с высокой долей добавленной стоимости в виде интеллектуального труда. При отсутствии интеллектуальной составляющей в стоимости продукта его конкурентоспособность может быть связана только с низкой стоимостью трудовых затрат, то есть с низкой заработной платой и, в конечном итоге, с низким уровнем жизни.

Подготовка специалистов такого уровня — более чем непростая задача. Технологический предприниматель должен разбираться и принимать решения в управлении НИОКР, маркетинге, управлении интеллектуальной

собственностью, управлении командой, финансировании, оценке бизнеса, администрировании. И это не говоря о подготовке в области науки, инженерии и собственно готовности заниматься предпринимательством.

Очевидно, что формирование перечисленных квалификаций — не задача школы, дающей общее образование, но без участия школы решить эти задачи также невозможно.

Технопредпринимательство и технопарки

Наука «производит» знание. В настоящий момент основным потребителем этого знания является наукоёмкое производство. Наукоёмкое производство, в свою очередь, обеспечивает производство продукции с высокой долей добавленной стоимости. Возьмём в качестве примера не слишком наукоёмкое производство — деревообрабатывающую промышленность. Продажа леса-кругляка дешевле, чем продажа досок, и значительно дешевле, чем продажа высококачественной мебели. Понятно, что изготовление высококачественной мебели предполагает сложные технологии обработки древесины, технологии производства станков, пил и т.д. В основе этих технологий лежит то или иное знание, полученное в рамках научных исследований и конструкторских изобретений.

Второй важный момент: производство высококачественной мебели на одном производстве может быть более затратным, чем на другом, благодаря тому, что на этом втором производстве применяются различные инновации следующего уровня. И в этом смысле продукция этого производства оказывается более конкурентоспособной.

Это же правило оказывается справедливым и для отраслей более наукоёмких — электроники, альтернативной энергетики, самолётостроения, фармакологии, производства медицинского оборудования и т.д.

«Третий уровень» инноваций — это не просто модернизация производственного процесса, а его качественное преобразование, с одной стороны, и разработка принципиально новых «революционных» интеллектуалоемких продуктов, с другой.

Возвращаясь к обсуждению знаний, полученных в ходе тех или исследований, важно понимать следующее. Сами по себе знания на производстве нужны не в качестве завершённого исследования явлений и процессов, а в виде промышленных технологий, использующих результаты этих исследований. Собственно, перевод знаний в технологию уместно называть инновацией.

Инновационность как основа эффективного технопредпринимательства предполагает использование в бизнесе новых технологий, уже доработанных до стадии коммерческого продукта.

Общепризнанной становится задача создания и развития инновационной экономики знаний, высоких технологий и наукоёмких производств. Задача состоит в том, чтобы создать экономику, генерирующую и применяющую наукоёмкие инновации, а не генерировать «инновации» для их мучительного внедрения в экономику.

Как может быть устроено пространство, в котором становятся возможными проведение исследований, разработка соответствующих технологий, передача этих технологий в производство, само производство и эффективные продажи? Сегодня «ответом» на эти вопросы стали технопарки.

Технопарк — это и есть способ организации такого пути. Это не здание и не комплекс сооружений, как часто представляют технопарк, это способ организации инновационного процесса — превращения нового знания в новый продукт.

Масштабы того или иного технопарка могут быть самыми разными: в одном случае в пространство технопарка включены все вышеперечисленные процессы, в другом — только создание наукоёмких технологий и их продажа.

Международная ассоциация технологических парков определяет его следующим образом. Технопарк — это организация, управляемая специалистами, главная цель которых — увеличение благосостояния местного сообщества посредством продвижения инновационной культуры, а также состоятельности инновационного бизнеса и научных организаций. Для достижения этих целей технопарк стимулирует и управляет потоками знаний и технологий между университетами, научно-исследовательскими институтами, компаниями и рынками. Он упрощает создание и рост инновационным компаниям с помощью инкубационных процессов и процессов выведения новых компаний из существующих (spin-off processes).

Встречи школьников с технопредпринимателями

Идея встреч с успешными людьми существует уже давно; во многих школах такие встречи практикуются. Но сказать, что такая практика стала массовой, пока нельзя. Однако именно в таких встречах у подростков формируется образ взрослости и собственного будущего. И вне таких образов невозможно взросление. Чем дополнительно интересны встречи с технопредпринимателями?

Технопредприниматель — это не только организатор, руководитель и управленец, это и человек, имеющий собственное дело, за которое он отвечает, в том числе — личными деньгами. Это человек, который несёт ответственность и риски. Встречи именно с такими людьми крайне важны для подростков и старшеклассников. Здесь они получают образ продуктивного действия и оправданного риска, представление о реальности и значимости целеполагания, необходимости собственных планов на собственную жизнь и возможности успеха.

Технопредприниматель — это и человек, знающий цену хорошему образованию, понимающий необходимость самообразования в течение всей своей жизни. Реальность этого факта, выраженная эмоционально и убедительно, серьёзно влияет на отношение учащихся к школьной жизни.

Не всегда, но часто технопредприниматели оставляют школьникам свой электронный адрес, предлагают обращаться с вопросами и предложениями. Такие встречи и есть тот «социальный лифт», о котором говорят многие, но который немногим удаётся выстроить.

Стиль этих встреч — живая беседа заинтересованных взрослых людей. Опыт показывает, что встречи со школьниками оказываются полезны и интересны и предпринимателям, ведь это своего рода обратная связь: взгляд на бизнес тех, кто вступает в возраст экономической активности, лучше улавливает современные тенденции общественной жизни, яснее понимает потребности человека XXI века.

...Некоторые представления о роли и значении встреч подростков и старшеклассников с успешными взрослыми представлены на сайте Школьной Лиги РОСНАНО по адресу <http://schoolnano.ru/node/13215>

На встрече с бизнесменами и техно-предпринимателями есть смысл задать вопросы: какими качествами (личностными и профессиональными) нужно обладать, что нужно знать, чтобы стать автором стартапа? Как Вы стали технопредпринимателем? Какими качествами нужно обладать, что нужно знать, чтобы управлять высокотехнологичным производством, развивать его? Чем Вас привлёк именно этот тип бизнеса (высокие технологии)?

Школьная Неделя высоких технологий и технопредпринимательства

Организация системной работы в большинстве классов второй и третьей ступени в течение всего года в рамках образовательного проекта

«Школа и бизнес» достаточно сложна без предварительной подготовки. Существуют и промежуточные формы запуска такой работы. Так, например, уже три года подряд проводится Всероссийская «Неделя нанотехнологий и технопредпринимательства» (далее — Неделя НАНО). В 2014 году Неделя НАНО проводилась уже при поддержке Министерства образования и науки РФ. В этом событии приняли участие школы 63 региона страны.

Неделя НАНО — это образовательный проект, направленный на решение существующих разрывов в процессе образования, на выстраивание модели единого образовательного пространства взаимосвязанных видов деятельности: исследовательской, проектной и технологической.

Школьная Неделя нанотехнологий и технопредпринимательства выступает как: пространство отработки новых способов педагогической деятельности; средство налаживания образовательного взаимодействия школы и бизнес-структур; инструмент формирования школьного образовательного пространства, объединяющего «первую» и «вторую» половину дня; исследовательскую, проектную и технологическую деятельность учащихся.

Школа, решающая вопросы, связанные с развитием «человеческого капитала», должна иметь соответствующие институциональные структуры, где становится возможным выполнение таких задач. Школьная Неделя нанотехнологий и технопредпринимательства — одна из таких институциональных форм, имеющая поддержку на уровне Федерации и многих регионов нашей страны.

Разработанные планы организации Недели НАНО в 2014 году в школах-участницах проекта Школьная Лига РОСНАНО размещены по адресу <http://www.schoolnano.ru/nanoweek-2014>. В этом же разделе на сайте Школьной Лиги также размещено и около 25 вариантов отчётов о проведении Недели НАНО.

* * *

Школы, заинтересованные в развитии направления «Школа и бизнес», могут проводить свою школьную неделю, но имеющую более широкое название, а именно *Школьная Неделя высоких технологий и технопредпринимательства*.

В рамках такой Недели легче договариваться об экскурсиях на предприятия, о встречах с технопредпринимателями: они понимают, в связи с чем и для чего в таком случае приезжают в школу; школьники понимают, с кем они встречаются и почему; педагоги понимают смысл образовательной ситуации и образовательные задачи, которые решаются на встрече.

Содержание, форма и способы проведения Недели высоких технологий и технопредпринимательства определяются предметной спецификой Недели, требованиями новых образовательных стандартов и возрастными возможностями учащихся.

При проведении Недели высоких технологий и технопредпринимательства организовать работу целесообразно по трём большим предметным разделам:

- высокие технологии — чем они важны и полезны;
- научные исследования, значимые для высоких технологий;
- проекты, высокие технологии и технопредпринимательство.

Эти разделы целесообразно рассматривать как содержательные направления работы, конкретные формы которой могут быть самими разнообразными.

Все три направления принципиально важны для Недели. Содержательная логика этих направлений: «исследование — проект — технология — производство — новый виток исследований» увязывает науку, проектирование и технологии, показывает значение всех этих компонентов друг для друга, преодолевает разрыв между научными исследованиями, проектированием и производственным процессом.

Управленческая надстройка над этими процессами, представленная как технопредпринимательство, задаёт гуманитарную, социальную и эко-

номическую составляющую всей деятельности, которая называется «инновационное развитие экономики».

Собственно в этом, в деятельностном знакомстве учащихся с устройством и работой инновационной экономики, и состоит основная цель Недели высоких технологий и технопредпринимательства.

Базовые способы организации работы включают: трансляцию (информационные способы работы); встречи с экспертами, с представителями науки, производства и с технопредпринимателями; деятельностные формы работы учащихся с материалом, включая элементы игровой педагогики, учебные исследования, учебное проектирование и предпрофессиональные пробы. На пересечении трёх содержательных блоков и трёх способов организации работы учащихся оформляются девять вариантов организации мероприятий Недели (см. табл.).

Другими вариантами интеграции школы, науки, бизнеса могут быть бизнес-инкубаторы, в проектных командах которых принимают участие старшеклассники; работа подростков и старшеклассников в проектах в Центрах молодёжного инновационного творчества. Так, в рамках работы в Школьной Лиге РОСНАНО в гимназии № 44 Пензы создан музей занимательных наук. Это музей интерактивный: все экспонаты можно использовать и проделывать с их помощью опыты, требуется лишь соблюдать технику безопасности.

В гимназии уже четвёртый год работает конструкторское бюро. Учащиеся под руководством учителей технологии, физики, информатики разработали ряд физических приборов для проведения лабораторных работ и экспериментов.

Учебно-инновационным структурным подразделением гимназии стало школьное конструкторское бюро, где работают ученики 7–11-х классов, преподаватели школы и вузов, студенты.

Содержательные аспекты Недели высоких технологий и технопредпринимательства

	Информационный блок	Встречи с экспертами, учёными, технопредпринимателями (идеальный образ взрослости и деятельности)	Деятельностные формы организации	
			Игровая педагогика	Исследования, проекты, профпробы
Раздел 1. Высокие технологии — чем они важны и полезны?	Лекции, экскурсии, документальные фильмы, круглые столы, демонстрации	Встречи с экспертами, футурологами	Деловые игры-погружения	Изучение форсайт-исследований; исследование свойств и возможностей продуктов высоких технологий
Раздел 2. Научные исследования, значимые для высоких технологий	Лекции, экскурсии, документальные фильмы, круглые столы, демонстрации	Встречи с учёными (в лабораториях и конференц-залах)		Работа с текстами, лабораторные исследования, доклады на конференциях
Раздел 3. Проекты, технологии и технопредпринимательство	Лекции, экскурсии, документальные фильмы, круглые столы, демонстрации	Встречи с технопредпринимателями (в рабочих кабинетах и конференц-залах)		Работа с текстами, работа в лабораториях, мастерских, работа на испытательных стендах и полигонах

Основные принципы деятельности конструкторского бюро: комплексность, интеграция учебной, научной, опытно-конструкторской и воспитательной работы; последовательность в освоении различных принципов, методов и технологий выполнения конструкторских работ; содействие самореализации творческих способностей учащихся, развитию творческого потенциала педагогического состава гимназии.

Одно из направлений проектной деятельности на уроках технологии — разработка физических приборов и оборудования для демонстрации физических явлений. Конструкция оборудования должна быть максимально простой, так как оно изготавливается в школьных мастерских. Материалы и комплектующие должны быть доступны и недороги.

Ещё одно направление работы — «Общая робототехника». Конструкторы нового поколения «ПервоРобот NXT» имеют ряд особенностей, позволяющих строить образовательный процесс в соответствии с требованиями новых образовательных стандартов. Учитываются: универсальность — возмож-

ность использовать в начальном, основном общем и среднем (полном) общем образовании; межпредметность — использование на предметах естественно-научного цикла (физика, информатика), гуманитарного (история); нетрадиционность — конструкторы развивают творческие, исследовательские, нешаблонные способы деятельности.

Проектная ориентированная работа с конструктором позволяет организовать факультативное, домашнее и дистанционное обучение конструированию и программированию.

Технопарк как модель школы. Школа как модель технопарка

Может ли школа участвовать в развитии высокотехнологичного производства? Напрямую очевидно, что нет, а в решении кадровых вопросов развития территории, подготовке молодого поколения к трудовой деятельности, в том числе и в отраслях высокотехнологической промышленности, безусловно — да.

В ряде работ по истории педагогики было показано, что школа, которую мы называем «традиционной», была создана «под» задачи развития мануфактурного производства, а потом и индустриального общества. Сама по себе школа с классно-урочной системой по отраслям науки и производства, тактами работы по 45 минут со звонком-гудком начала и окончания работы, конвейерным переходом учащихся из класса в класс от предмета к предмету — не просто напоминает фабричное производство, но его моделирует и воспроизводит.

До какого-то времени такое устройство школы позволяло решать актуальные задачи, связанные с развитием индустриальной экономики, частично — науки и общества. Сегодня при подготовке школьников к жизни и работе в высокотехнологичном мире нужна другая модель общеобразовательной школы, другая модель дополнительного образования.

Исходная гипотеза о модели современной школы: образовательная инфраструктура школы может быть выстроена по образу и подобию технопарка — среды, создаваемой специально для поддержки процесса перевода научного знания, результатов научного труда в продукт промышленного производства, в товар.

Основные виды деятельности, которые объединяются в особых пространствах — технопарках — для поддержки инноваций как реализованных идей: исследовательская деятельность (в том числе — междисциплинарная); экспертиза перспективных разработок; изобретательская деятельность и проектирование, разработка прототипов и технологий; производство; маркетинг и сбыт; поддержка коммерциализации разработок; управление и технопредпринимательство.

Технопарк может быть локальным пространством, в котором «собраны» научные, конструкторские и производственные структуры, имеющие информационную и опытно-экспериментальную производственную базы и квалифицированный научный персонал, но может и разрастаться до масштабов наукограда.

В таком наукограде, кроме вышперечисленного, серьёзное внимание должно быть уделено созданию творческой среды для работы и досуга (в которой стимулируются новые идеи и их осу-

ществление) — пространства для встреч, общения, творческой деятельности, кафе, библиотеки. Для школы-технопарка всё сказанное означает существенную перестройку инфраструктуры, содержания, способов и средств организации и реализации образовательного процесса.

Сложившаяся практика учебного процесса такова, что учитель вынужден знакомить учащихся только с *итоговой* составляющей того, что называется «знание». Другими словами, в образовательном процессе практически нет деятельностно организованного материала о том, в связи с чем и как это знание было получено; нет и материала о том, как это знание, уже в качестве средства, было использовано в практике.

Именно поэтому и возникают затруднения в организации исследовательской и проектной деятельности. Ведь «рождение знания» — это собственно и есть исследовательская деятельность. Использование знаний как средства — это, в том числе, и проектная деятельность.

Отсутствие исследовательской и проектной деятельности порождает вопросы учащихся «Откуда это появилось?», «Для чего мы всё это учим?». Эти вопросы указывают на дефицит смыслов, возникающий у школьников в процессе обучения.

На этом фоне понятно, почему сегодня всё более актуальным становится введение в школе в качестве основных способов её работы исследовательской и проектной деятельности. В новых образовательных стандартах это зафиксировано чётко и однозначно.

В педагогическом отношении это — возвращение смыслов в учебный процесс; в социально-психологическом — поддержка процессов взросления подростков и старшеклассников; в социально-экономическом это — освоение норм деятельности, значимых для развития

науки и высокотехнологических производств. Реализация этих вызовов требует выстраивания новой конфигурации образовательного пространства, предельной формой которого и становится технопарк.

В рамках модели школы-технопарка должны быть школьные исследовательские лаборатории, учебные конструкторские бюро и испытательные полигоны.

В лабораториях работа строится вокруг изучения свойств объектов биологии, физики, химии; на испытательных стендах изучаются свойства новых материалов, в том числе — наноматериалов.

Школьные конструкторские бюро — это место разворачивания и реализации проектных замыслов. Принципиально важно, чтобы между лабораториями и конструкторскими бюро была выстроена содержательная связь.

В школе-технопарке должны быть организованы производственные участки, укомплектованные, в том числе, и оборудованием Fab-lab, на которых или в учебном режиме, или в формате реального производства изготавливается та или иная продукция, разработанная и прошедшая испытания в конструкторских бюро и на полигонах.

Такой продукцией могут быть игры, конструкторы, приборы, модели. Среди моделей могут быть модели, созданные, например, по чертежам Леонардо да Винчи; приборы и механизмы для кабинетов физики, биологии, географии; продукты, созданные по заказу производств.

Опыт школ показывает, что, например, оснащение школьных теплиц высокоточными приборами и механизмами, регулирующими микроклимат, вполне под силу и старшеклассникам.

Креативные студии цифрового кино, театральные студии, художественные мастерские — существенные элементы школы-технопарка.

Работа школьников в исследовательских группах и проектных командах обеспечивает необходимую социализацию, опыт предметного взаимодействия, конструктивного решения содержательных проблем.

Формирование разновозрастных групп в исследовательских лабораториях, конструкторских бюро, студиях и мастерских, появление в них студентов и взрослых, состоявшихся в своих профессиях, существенным образом улучшат качество работы этих структурных подразделений образовательной организации.

* * *

Жизнь и работа школы-технопарка достраивается формами взаимодействия школы и бизнес-структур — деятельностью профорientацией, экскурсиями-путешествиями, встречами с технопредпринимателями, профессиональными пробами... Тем самым поддерживается образовательная среда, которая объединяет научное творчество, экспериментальное моделирование и реальное производство. **НО**