

---

УДК 334.021.1

**В.И. ОНОПРИЕНКО**, доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник ГУ «Институт исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М. Доброва НАН Украины»,  
e-mail: valonopr@gmail.com

**М.В. ОНОПРИЕНКО**, кандидат философских наук, старший научный сотрудник ГУ «Институт исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М. Доброва НАН Украины»,  
e-mail: onopriyenko.m@gmail.com

---

## ПРОГРЕСС ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ: ОПЫТ ГЕРМАНИИ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ

---

*Приведена информация об институциональных инструментах содействия такому важному аспекту инновационного развития Германии как оценка техники, об особенностях модели научно-инновационного развития Германии, о системе среднего и высшего профессионального образования, о роли кластеров, предприятий, общественности в инновационных процессах, о внедрении Индустрии-4.0 в промышленность этой страны. Показано, что инновационная стратегия Германии вписана в политический процесс, экологическую стратегию государства и современную глобальную экономику, характеризуется долговременностью и последовательностью, стремлением найти достойное место всем звеньям инновационного процесса, охватить автономные университеты, исследовательские центры, промышленность, придать инновационным мероприятиям гуманные и демократические акценты. Инновационная система Германии характеризуется восходящей динамикой и эффективностью, занимает лидирующие позиции в Европе и мире, находит компетентные решения для возникающих угроз и рисков в глобальном обществе.*

**Ключевые слова:** Союз немецких инженеров, Институт оценки техники и системного анализа, оценка техники, «Стратегия высокотехнологичного развития 2020», НИОКР, инновационное развитие, малые и средние предприятия, Индустрия 4.0.

© ОНОПРИЕН-  
КО В.И., ОНОП-  
РИЕНКО М.В.,  
2018

**Введение.** Инновационная стратегия в Германии возникла не на пустом месте, а имеет разветвленную историческую корневую систему. Это прежде всего выросшее на

протяжении многих десятилетий уважение и внимание к инженерной профессии и деятельности, к ее положительным и поразительным достижениям и успехам, последовательно менявшим облик немецких городов, ландшафты сельскохозяйственных латифундий и хозяйств и внушавшим уверенность и оптимизм в прогрессивных изменениях на основе научно-технических новшеств. Эта длительная тенденция дала заметные результаты в последние десятилетия.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что опыт инновационного развития современной Германии привлекателен для многих стран и для Украины в особенности, учитывая некоторые аналогии в структуре научно-технологического потенциала.

**Цель статьи** — показать преимущества инновационной стратегии Германии и ее эффективный социальный, экономический и культурный контекст для стран с переходной экономикой.

**Культура инженерного труда и социальная оценка техники в Германии.** Еще в 1860-е годы в стране оформилось содружество инноваторов — Союз немецких инженеров (*Verein Deutscher Ingenieure, VDI*), сыгравшее огромную роль в развитии инженерной мысли и культуры Германии и Европы. Во второй половине XX века заметный вклад в понимание технической мысли и инженерного труда внесла исследовательская группа VDI «Человек и техника», разрабатывавшая проблемы философии техники, организовывавшая дискуссии и конференции, издававшая серию сборников (некоторые из них были опубликованы в СССР). В VDI отстаивалась и аргументировалась концепция техники как сложного социального феномена, имеющего полисистемный характер и требующего междисциплинарного исследования. При разработке программы исследований техники были выделены различные аспекты анализа техники: культурно-исторический, научно-исследовательский, социально-этический и др. Особо выделялось значение системотехники, информатики, футурологии для осмысления природы научно-технического развития.

Ныне VDI является одним из крупнейших и авторитетнейших научно-технических объединений в Европе и насчитывает более 150 тысяч членов. На протяжении многих лет VDI ведет успешную деятельность на национальном и международном уровнях, из года в год подтверждая свои ведущие позиции в области передовых технологий и научных знаний. VDI, являясь независимой некоммерческой организацией, представляет интересы своих членов как в профессиональных, так и в общественных кругах. Важны экспертные функции VDI, его активная позиция в формировании конструктивной научно-технологической политики, использование им рычагов демократического государства для формирования результативной инновационной стратегии.

VDI занимается продвижением молодых талантов и поддерживает будущих инженеров. С первых дней своего основания VDI ведет работу над

реализацией и аккредитацией образовательных программ для бакалавров и магистров. Успехом работы VDI в данном направлении стало создание Агентства по аккредитации образовательных программ в области инженерии, информатики, естественных наук и математики. VDI сотрудничает с Федерацией европейских национальных ассоциаций инженеров и является площадкой для активного обмена экспертными мнениями и ноу-хау.

Германия стала первой в Европе (второй после США в мире) страной, создавшей особый парламентский орган по научно-техническому развитию. В ФРГ идея оценки техники впервые была поддержана парламентской фракцией ХДС / ХСС в 1973 г., когда эти партии находились в оппозиции. Фракция выдвинула предложение о создании «Ведомства по оценке технологического развития при Германском Бундестаге». Эта первая инициатива вызвала многие другие, в которых предлагались различные организационные модели. Однако ни одна из них не получила поддержки парламентского большинства. Совместной резолюцией фракций от 14 марта 1985 г. при Бундестаге была создана анкетная комиссия с целью изучения вопроса о необходимости институционального оформления оценки техники. В ее заключительном докладе были предложены три возможные модели парламентской организации по оценке техники, каждая из которых отражала видение проблемы правящей коалицией (ХДС / ХСС и СВДП), социал-демократами и зелеными.

В ноябре 1989 г. Бундестаг принял решение реализовать наименее амбициозный из трех предложенных вариантов. Было создано Бюро по оценке техники (Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, ТАВ), причем первые три года его работы рассматривались как пробная фаза. Деятельность ТАВ была ориентирована на улучшение информационного обеспечения процесса законотворчества и интенсификацию диалога между парламентом, наукой и общественными группами. В организационном отношении работа ТАВ была ориентирована на обеспечение «примата политики», когда инициатива, управление и контроль исследований по социальной оценке техники осуществляется советом из числа парламентариев, а не объединенным сообществом представителей науки, политики и общественности, как предполагалось изначально. К этой работе привлечены многие авторитетные немецкие исследователи.

Значительную активность в сфере оценки техники проявляют структуры исполнительной власти ФРГ, особенно Федеральное министерство научных исследований и технологий, где еще в 1982 г. был основан отдел «Оценка техники и предстоящие задачи». Большое внимание исследованиям по социальной оценке техники уделяется и на уровне федеральных земель. Как пример можно привести основание Академии по оценке техники в Земле Баден-Вюртемберг, создание комитета «Человек и техника» при ландтаге Земли Северный Рейн-Вестфалия и объявление программы по оценке техники в Земле Нижняя Саксония.

Самой масштабной исследовательской организацией, имеющей наибольший практический опыт в области оценки техники, является Институт оценки техники и системного анализа (Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, ITAS) при Исследовательском центре г. Карлсруэ «Техника и окружающая среда», в организационном взаимодействии с которым работает ТАВ. Включенность ITAS в состав Исследовательского центра г. Карлсруэ «Техника и окружающая среда» — одного из крупнейших научных центров Германии (до 1996 г. — Центр ядерных исследований г. Карлсруэ), создает благоприятные возможности для успешного осуществления междисциплинарных исследований, позволяя опереться на широкую естественнонаучную и техническую поддержку других научно-исследовательских институтов [1].

Около 60 % персонала ITAS составляют представители различных отраслей технических и естественных наук и около 40 % — гуманитарных и экономических наук. В ITAS отсутствует жесткое организационное разделение на отделы; работы организованы по гибкому проектному принципу. В то же время практический опыт отбора проектов показал целесообразность создания постоянных специализированных групп в таких областях как энергетическая техника, вторичное сырье, техника переработки отходов, коммуникационные и информационные технологии, анализ рисков, анализ материальных потоков и исследования социальных аспектов технического развития.

Параллельно с конкретными проектами ITAS ведет методологическую работу по дальнейшему развитию концепции оценки техники. В научных работах ряда сотрудников ITAS рассматривается также соотношение оценки техники и технической этики, особенно в контексте разделения труда между дескриптивным анализом последствий и нормативным оценочным обоснованием.

Значительное место в работе ITAS отводится улучшению инфраструктуры оценки техники. По заданию Федерального министерства образования, науки, исследований и технологий ITAS создал банк данных, содержащий информацию об оценке техники (институты, проекты и литература) в Германии и других европейских странах. Исследовательские программы ITAS имеют внутренних (в рамках Исследовательского центра г. Карлсруэ «Техника и окружающая среда») и внешних адресатов, к которым относятся парламент и правительственные органы Германии, ряд крупных немецких и международных научных фондов, институты Европейского Союза. Финансирование многих проектов осуществляется за счет заказчиков (например, Бундестага, ряда федеральных министерств и ведомств, Немецкого федерального фонда окружающей среды и так далее).

В особом организационном взаимодействии с ITAS работает ТАВ. Их взаимоотношения регулируются договором между председателем Бундестага и Исследовательским центром г. Карлсруэ «Техника и окружающая

среда». К задачам ТАВ, прежде всего, относится концептуальное обоснование и осуществление проектов оценки техники, а также мониторинг существенных тенденций научно-технического развития. Центральное место среди проектов ИТАС и ТАВ в последние годы занимает экологическая проблематика, с преимущественной ориентацией на исследование различных способов уменьшения нагрузки на окружающую среду и ресурсопотребления через сокращение материальных потоков антропогенной природы, а также на реализацию концепции устойчивого развития.

Значительная роль в разработке концепции оценки техники и осуществлении конкретных проектов принадлежит научным и инженерным объединениям Германии, а также университетам. В частности, философской проблематике оценки техники много внимания уделяют философы техники, которые преподают в университетах Берлина (Х. Позер, Ф. Рапп), Карлсруэ (Х. Ленк), Франкфурта-на-Майне (Г. Рополь), Дюссельдорфа (А. Хунинг), Коттбуса (К. Корнвакс, Г. Банзе) и другие. В последние годы в ряде университетов Германии были созданы специальные кафедры оценки техники (например, во Фрайбургском университете).

К концу 1990-х годов Германия прочно закрепила за собой ведущие позиции в области оценки техники. В 1999 г. в 15 странах Западной Европы функционировали 573 исследовательские организации, занимающиеся оценкой техники. Из них 360 организаций были немецкими. Из общего числа проектов (3145) более половины (1669) также приходились на Германию. Впрочем, рост исследований по социальной оценке техники характерен и для других стран Европейского Союза [2—4].

**Специфика и достижения инновационной стратегии Германии.** Выделяют две основные модели инновационного развития — американскую и европейскую. Ярким и успешным представителем последней выступает Германия. Модель инновационного развития США — это модель формирования открытого информационного общества, движимого силами рынка. По мнению большинства экономистов, американская модель является более эффективной, но европейская модель на первое место выдвинула стимулы постиндустриализма — повышение не уровня, а качества жизни [5], и такой подход оказался привлекательным.

В формировании национальной инновационной системы Германии после Второй мировой войны основную роль сыграли государственные органы, определявшие направления научно-исследовательской деятельности с приоритетами в машиностроении, автомобильной и химической промышленности. С 1950-х гг. благодаря научно-техническому сотрудничеству с США в Германии развивается авиационная промышленность, атомная энергетика, ведутся космические исследования. В 1970-х гг. начали возникать инновационные компании в сфере малого бизнеса, а также программы частно-государственного партнерства в научно-исследовательской сфере.

Базой инновационной политики Германии на современном этапе является «Стратегия высокотехнологического развития 2020» (High Tech Strategy 2020 for Germany) (далее — Стратегия), принятая Министерством образования и научных исследований ФРГ в 2006 г. [6]. Это всеобъемлющая стратегия высокотехнологического развития страны с указанием целей, задач, инструментов и способов стимулирования инноваций, а также ключевых направлений и отраслей, которые станут основой для высокотехнологического развития всей экономики. Главная цель Стратегии — обрести мировое лидерство в высокотехнологическом развитии, в производстве и экспорте высокотехнологических товаров и услуг и стать инновационным государством. Это означает повысить свою конкурентоспособность, достичь экономического роста и благополучия, повысить качество жизни, производить новейшие товары и услуги, вернуть позицию ведущего экспортера, обеспечить эффективное использование ресурсов, защищать окружающую среду, установить высокий уровень развития медицины и информационных технологий, а также воплотить идеи в конкретные инновационные продукты.

Чтобы стать инновационным государством, Германии необходимо решить ряд задач, поставленных Стратегией [7]:

- Увеличение инвестиций в НИОКР, включая привлечение большего объема частных инвестиций. Валовые внутренние затраты на НИОКР в ВВП должны достичь к 2020 г. 3 %.

- Соединение экономики и знания — коммерциализация идей и технологий через совместную работу бизнес- и научного сообщества.

- Создание благоприятных условий для развития малого и среднего бизнеса по инновационному пути. Особая поддержка должна оказываться предприятиям высокотехнологических отраслей, а также инновационному и высокотехнологическому развитию в восточногерманских землях.

- Формирование «экономики здоровья» — важнейшего направления инновационного развития Германии. Подтверждением этому является увеличение затрат на НИОКР в фармацевтической промышленности (наивысший показатель среди всех отраслей) и рост числа предприятий, внедривших инновации, с 60 % в 2006 г. до 83 % в 2013 г. Индивидуальная медицина, качественное питание, продовольственная безопасность — необходимые условия будущего развития Германии.

- Формирование биоэкономики — переход к эффективному использованию ресурсов и энергии, внедрению биоресурсов.

- Повышение уровня мобильности и эффективности транспорта посредством распространения электромобилей, совершенствования логистической системы.

- Развитие информационных и коммуникационных технологий: «умных» сервисов, облачных платформ, повсеместное внедрение Интернета и цифровых технологий.

Ответственным за выполнение задач Стратегии является Министерство образования и научных исследований ФРГ под контролем правительства республики. Значительную роль в реализации инновационного развития в Германии играют ведущие и признанные во всем мире научно-исследовательские институты: Общество научных исследований им. Макса Планка (Max-Planck Gesellschaft), Общество им. Фраунгофера (Fraunhofer-Gesellschaft), Общество им. Гельмгольца (Helmholtz Gemeinschaft) [8].

В XXI веке в условиях мирового кризиса Федеративная республика Германия оказалась единственной из высокоразвитых стран, доля которой в общемировом производстве не только не сократилась, но и немного выросла (с 8,7 % до 9,3 %). Продавая за рубеж более 50 % производимой в стране продукции, немцы не могут конкурировать на мировых рынках с производителями дешевого ширпотреба. Из-за высокого уровня оплаты труда, социального обеспечения населения и высоких налогов, все, до чего в Германии дотрагивается рука человека, стоит дорого, поэтому практически весь объем немецкого экспорта — высокотехнологичная наукоемкая продукция с высокой добавленной стоимостью. Сегодня Германия — признанный мировой лидер в машиностроении, энергетике, металлообработке, фармацевтике и производстве медицинской техники, в химической и биотехнологической отраслях и т. д. Очевидно, что такие выдающиеся результаты достигнуты, прежде всего, за счет инновационной направленности немецкой экономики.

Фундаментом инновационной экономики Германии является система образования, принципиальной особенностью которой является ее тесная взаимосвязь с современными тенденциями развития страны. Немецкие образовательные учреждения весьма чутко и динамично реагируют на реальные вызовы и практические потребности общества в квалифицированных специалистах, как в социальной сфере, так и в экономике. Понимание того, что высококачественная высокотехнологичная продукция может разрабатываться и производиться только высококвалифицированными специалистами, вынуждает предпринимателей тратить огромные деньги на подготовку кадров, что является ключевым фактором успешного функционирования системы образования Германии. При годовых затратах на образование в Германии в размере 182 млрд евро (7 % ВВП) более 40 млрд евро вкладывают бизнес-структуры. Взаимодействие предпринимателей с системой образования начинается с их активного участия в мероприятиях, направленных на профориентацию школьников. Регулярные экскурсии на предприятия, «дни открытых дверей», производственная практика старших школьников позволяют объяснить детям и подросткам, для чего им необходимо получать знания, показать широкий спектр возможных профессий для них, воспитывать уважение к труду.

Принципиально важно, что в Германии выстроена именно система инновационного профессионального образования, которая охватывает все звенья образования. Образцовым примером эффективного государствен-

но-частного партнерства в области инновационного образования является система начального и среднего профессионального образования Германии. Подготовка рабочих кадров ведется, как правило, в рамках так называемой «дуальной системы», предусматривающей теоретическое обучение учащихся в учебных заведениях профобразования (2—3 дня в неделю), а освоение ими практических навыков осуществляется в течение 2—3 дней в неделю на рабочих местах предприятий и компаний. Учебные заведения профобразования на 100 % финансируются государством. Практическое обучение на предприятиях финансируют работодатели, выплачивая, в том числе, денежное вознаграждение учащимся. Принципиальной особенностью немецкой «дуальной системы» является то, что выпускники общеобразовательных школ поступают не в профшколы и профколледжи, а заключают договор на ученичество с работодателем, а тот отправляет ученика на теоретическое обучение в соответствующее учебное заведение профобразования по специальности. В настоящее время более 440 тысяч немецких предприятий и компаний участвуют в подготовке кадров. Широко развита сеть отраслевых учебных центров, занимающихся подготовкой специалистов для малых и средних предприятий определенной отрасли [8].

В современной немецкой высшей школе, особенно в университетах прикладных наук, доминирует практико-ориентированное проектное обучение, которое заключается в передаче знаний и компетенций от преподавателя к студенту не в формате деклараций с кафедры во время лекций, а в процессе выполнения студентом конкретных исследовательских проектов под руководством преподавателей. Технологии «проектного обучения» являются мощным инструментом привлечения студентов к научной и инновационной деятельности в процессе обучения и создают серьезный фундамент для их работы в сфере науки и инноваций после окончания университета. Применение технологий «проектного обучения» предъявляет повышенные требования к профессиональным компетенциям преподавателей, не оставляя им возможности из года в год преподавать по одним и тем же лекалам. В этой связи необходимо отметить, что немецкие университеты — это не только образовательные учреждения, но и центры развития науки и инноваций. Две трети всех научных результатов в Германии получают именно в университетах. Вакантное место профессора в университете может получить только активно функционирующий ученый, возглавляющий какое-то современное научное направление. А в университетах прикладных наук для претендентов на место профессора обязательным является пятилетний стаж практической работы в реальном секторе экономики. Начав работать в университете, профессор 80 % своего рабочего времени тратит на научную и инновационную деятельность и только 20 % — на преподавательскую работу [9].

В инновационных процессах в Германии как правило задействовано множество участников из университетов, исследовательских институтов,

бизнеса и общества. В инновационной стратегии делается акцент на тесную взаимосвязь субъектов науки, бизнеса и общества через инициативы по формированию союзов, кластеров, сетей и платформ, чем обеспечивается эффективный трансфер результатов научных исследований в практику.

Германия — лидер по внедрению в инновационную систему кластерных технологий, в особенности в применении к региональной экономике и распространению в восточных землях ФРГ. Кластеры концентрируют в одном регионе связанных с одной отраслью исследователей, производителей, поставщиков сопутствующих товаров и комплектующих, поставщиков услуг.

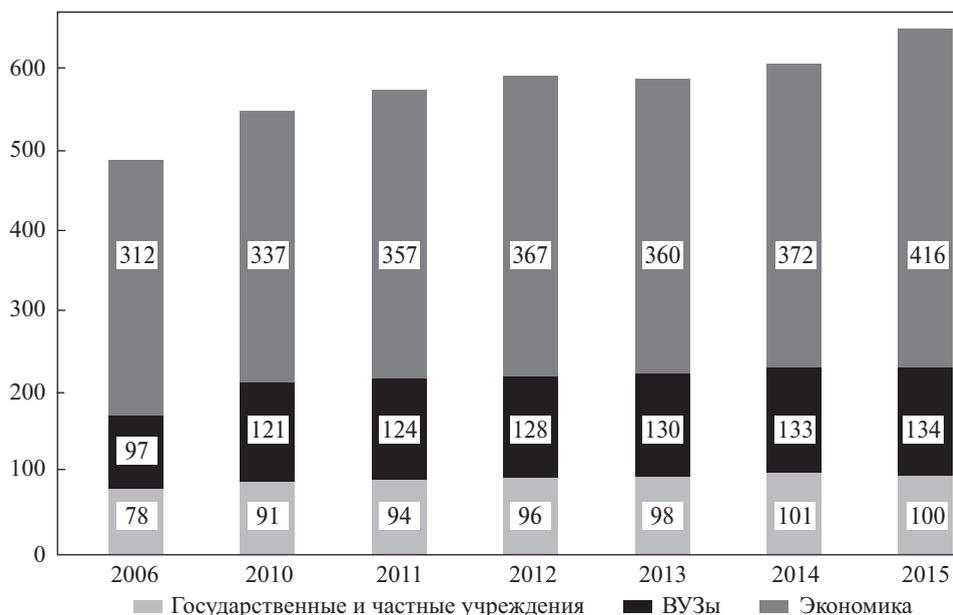
Участие крупных компаний, преуспевших в отрасли, мотивирует малый и средний бизнес на достижение высоких показателей. Кластер становится центром притяжения и активизации взаимоотношений делового и научного сообществ. Наличие инновационного кластера в регионе позволяет участвовать предприятиям, университетам, исследовательским институтам в различных проектах. Кластеры — это фабрики нового времени, где научные разработки могут практически мгновенно становиться продуктом [10]. Этот опыт вполне конструктивен для использования в странах с переходной экономикой, в том числе в Украине.

Важное значение придается среднему классу как основе немецкой экономики. Чтобы обеспечить глобальную конкурентоспособность и повысить инновационную активность малых и средних предприятий (МСП), федеральное правительство в течение 2007—2015 гг. выделило на научно-инновационную деятельность в интересах МСП более 1,4 млрд евро, а также усовершенствовало инновационный инструментарий политики в отношении МСП. Это также укрепляет инновационный потенциал структурно слабых регионов с помощью инструментов инновационной политики.

На фоне постоянно растущей глобальной конкуренции важно использовать не только инновационный потенциал больших, средних и малых предприятий, но и вовлекать граждан в инновационные процессы. Инновации оказывают наибольшее влияние, когда они разрабатываются вместе с их будущими пользователями. Так, например, чтобы обеспечить перспективы развития возобновляемой энергетики в Германии, государство идет на частичное покрытие затрат населению, поскольку на первых порах почти все инновационные технологии производства возобновляемой энергии оказываются дороже, чем традиционная энергия.

Помимо прямого содействия инновационному развитию федеральное правительство обеспечивает возможности для активной передачи знаний в экономику. Компаниям и научно-исследовательским институтам представлены оптимальные возможности для найма квалифицированных работников и выгодные варианты финансирования. Дополнительные стимулы для инноваций дают государственные закупки.

Международные сравнительные исследования подтверждают успех инновационного курса Германии, которая уже несколько лет является



**Рис. 1.** Динамика кадров НИОКР в ФРГ (тыс. чел., в эквиваленте полной занятости)  
 Источник: [11].

одним из инновационных лидеров по Европейской шкале инноваций. Шесть из десяти самых инновационных компаний в Европе являются немецкими. В 2016 году Германия заняла пятое место в рейтинге глобальной конкурентоспособности согласно данным отчета о глобальной конкурентоспособности Всемирного экономического форума, в который включены 140 стран мира. С точки зрения показателей, непосредственно измеряющих конкурентоспособность в области инноваций, Германия смогла улучшить свои позиции в последние годы, выйдя на третье место в мире в 2016 году.

Министерство образования и научных исследований ФРГ ежегодно публикует отчеты о своей деятельности, которые содержат обширную аналитику. Приведем две диаграммы из последнего отчета [11], которые наглядно характеризуют некоторые особенности инновационного потенциала ФРГ (рис. 1, 2).

Характеристики инновационного развития ФРГ несут на себе отпечаток особенностей страны и рождаются в острой конкуренции как среди стран Евросоюза, так и в мире. Не все из них одинаково высоки. Например, в ФРГ сравнительно невысок уровень развития венчурных фондов, в основном потому, что они повышают рискогенность инновационной системы. Руководство страны и немецкие предприниматели считают это недостатком.

Следует учитывать, что среди 27 стран-членов Евросоюза Германия является ведущей движущей силой интеграционного процесса. Она оказывает весомое экономическое и политическое влияние на функционирование

ЕС, а также обеспечивает 26,4 % поступлений в бюджет ЕС, что значительно превышает доли других ведущих стран, входящих в Евросоюз [12].

Важнейшей инфраструктурной компонентой системы поддержки инновационной деятельности в Германии стали многочисленные научно-технологические центры, технопарки и бизнес-инкубаторы, где для молодых талантливых выпускников университетов, ученых и предпринимателей созданы прекрасные условия для проведения научных исследований, разработки новых технологий и доведения опытных образцов до товарного продукта. Немецкие научно-технологические центры — это не просто офисные помещения для компаний, это, прежде всего, научные лаборатории, оснащенные дорогостоящим исследовательским оборудованием, на котором специалисты инновационных компаний могут вести свои разработки. Руководство научно-технологических центров помогает молодым предпринимателям привлекать инвестиции для реализации инновационных проектов, предоставляет им телекоммуникационные услуги, прекрасно оборудованные конференц-залы для проведения семинаров, конференций, симпозиумов, консультирует их в сфере патентования и бухгалтерского учета.

Для развития инновационной экономики государство активно использует разнообразные инструменты законодательной и финансовой поддержки. Помимо традиционных методов прямого государственного финансирования в форме грантов, распределяемых на конкурсной основе, широко используются косвенные методы поддержки инноваций в виде налоговых

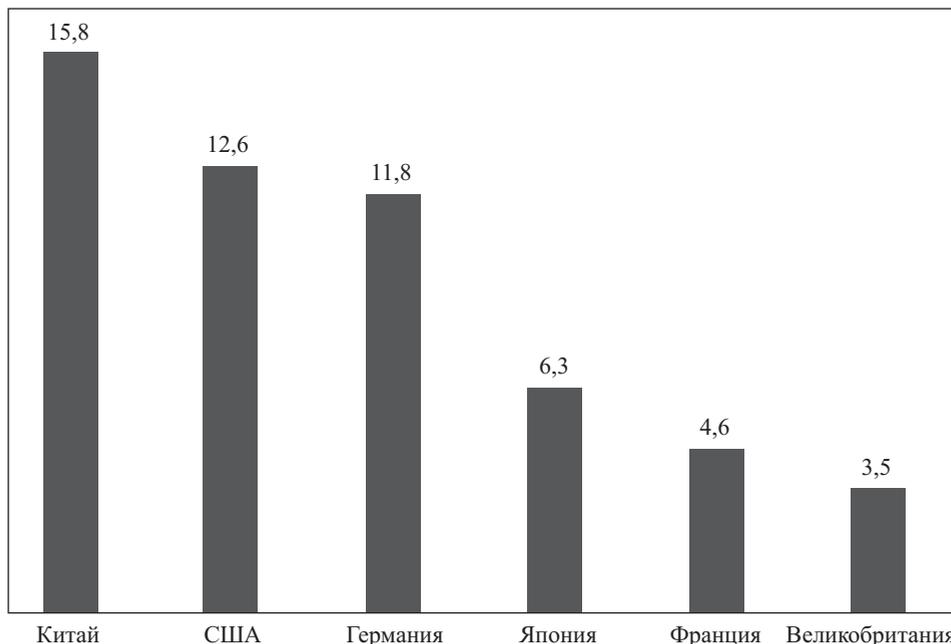


Рис. 2. Доля наукоемкой продукции в совокупном экспорте по странам, % (2015 г.)

Источник: [11].

льгот разработчикам, производителям и пользователям инновационной продукции, ускоренной амортизации оборудования, используемого при проведении НИОКР и т. д.

Кроме текущей, ситуативной корректировки стратегических положений инновационного развития могут возникать и кардинальные коррективы. Одной из них является возникающая в ФРГ, но распространившаяся на экономики других стран идеология «Индустрии 4.0».

ФРГ — лидер «Индустрии 4.0». Этот термин появился в 2011 г. на одной из промышленных выставок в Ганновере. Федеральное правительство Германии заговорило о необходимости более широкого применения информационных технологий в производстве. Специально созданная для этого группа официальных лиц и профессионалов разработала стратегию превращения производственных предприятий страны в «умные». Этому примеру последовали и другие страны, активно осваивающие новые технологии. Термин «Индустрия 4.0» стали использовать как синоним четвертой промышленной революции. Суть ее в том, что сегодня материальный мир соединяется с виртуальным, в результате чего рождаются новые киберфизические комплексы, объединенные в одну цифровую систему. Роботизированное производство и «умные» заводы — один из компонентов трансформированной отрасли.

Четвертая промышленная революция означает все большую автоматизацию процессов и этапов производства: цифровое проектирование изделия, создание его виртуальной копии, совместная работа инженеров и дизайнеров в едином цифровом конструкторском бюро, удаленная настройка оборудования на заводе под технические требования для выпуска этого конкретного «умного» продукта, автоматический заказ необходимых компонентов в нужном количестве, контроль их поставки, мониторинг пути готового продукта от склада на фабрике до магазина и до конечного клиента. Но и после продажи производитель не забывает о своем продукте, как это было раньше в классической модели: он контролирует условия использования, может менять настройки удаленно, обновлять программное обеспечение, предупреждать клиента о возможных поломках, а под конец цикла использования — принимать продукт на утилизацию. Так теперь производят все что угодно — от «умных» чайников и сковородок до смартфонов. Концепцию Индустрии 4.0 часто изображают в виде математического знака бесконечности — он иллюстрирует этот бесконечный цикл взаимодействия производителя с продуктом и с клиентом.

Немецкие инженеры и бизнесмены сформулировали несколько основных принципов построения Индустрии 4.0, следуя которым компании могут внедрять сценарии четвертой промышленной революции на своих предприятиях. Первый — это совместимость, что означает способность машин, устройств, сенсоров и людей взаимодействовать и общаться друг с другом через Интернет. Это ведет к следующему принципу — прозрачности, кото-

рая появляется в результате такого взаимодействия. В виртуальном мире создается цифровая копия реальных объектов, систем функций, которая точно повторяет все, что происходит с ее физическим клоном. В результате накапливается максимально полная информация обо всех процессах, которые происходят с оборудованием, «умными» продуктами, производством в целом и т. д. Для этого требуется обеспечить возможность сбора всех этих данных с сенсоров и датчиков и учета контекста, в котором они генерируются. Техническая поддержка — третий принцип Индустрии 4.0. Суть его в том, что компьютерные системы помогают людям принимать решения благодаря сбору, анализу и визуализации всей той информации, о которой сказано выше. Эта поддержка также может заключаться в полном замещении людей машинами при выполнении опасных или рутинных операций. Четвертый принцип — децентрализация управленческих решений, делегирование некоторых из них киберфизическим системам: везде, где машина может эффективно работать без вмешательства людей, рано или поздно должно произойти человекозамещение. Сотрудникам при этом отводится роль контролеров, которые могут подключиться в экстренных и нестандартных ситуациях.

В результате перехода промышленности на эти принципы происходит изменение и в бизнес-моделях. Так, вместо ориентации на бережливое производство и выпуск массовых партий продукции компании стремятся переходить на выпуск партий размером в один-единственный продукт. При этом сохраняется принцип экономии: роботизированное производство становится более энергоэффективным, сопровождается меньшим количеством отходов и брака. Трансформация производственной отрасли называется революцией именно потому, что изменения происходят не поверхностные, а радикальные: индустрия перестраивается сверху донизу. Меняются бизнес-модели, рождаются новые компании, всемирно известные бренды с долгой историей исчезают, если они не успевают влиться в ряды «цифровых» революционеров.

Предприятиям, привыкшим производить одинаковые вещи, приходится перестраиваться. Внедрение принципов Индустрии 4.0 позволяет получить ряд преимуществ, недоступных в традиционных моделях прошлого. Например, теперь компании могут достичь индивидуального подхода и персонализировать заказы согласно личным предпочтениям клиентов, что резко повышает их лояльность. Старые заводы и фабрики превращаются в «умные» и начинают выпускать буквально штучные продукты по индивидуальному заказу. При этом снижаются удельные затраты на производство единицы продукции, компании получают возможность производить уникальный персонализированный продукт по стоимости массового стандартизированного продукта [12].

По индивидуальному заказу могут выпускаться и двигатели, и серверы, и все что угодно. На заводе Fujitsu Siemens в немецком городе Аугсбург

выпускаются компьютерные системы и серверы буквально поштучно под конкретного заказчика. Затраты на выпуск продукции по индивидуальному заказу на предприятии с глубокой автоматизацией невелики: сегодня это делает сама компьютерная система и за считанные секунды перенастраивает оборудование. Роботизация заводов Tesla, выпускающих электромобили, позволила компании развернуть производство не в Китае, а в Калифорнии. Это оказалось дешевле, чем использовать труд китайских рабочих, а потом платить за транспортировку готовых машин.

Отрасли экономики, имеющие доступ к большим массивам данных, получают возможность радикально повысить качество принимаемых на их основе решений, особенно рутинных. Это относится к банковским, юридическим услугам, страхованию, бухгалтерии, управлению, консалтингу и аудиту, метрологическому обеспечению, здравоохранению и др. Как в свое время человек значительно освободился от тяжелого физического труда, а затем и от некоторой монотонной работы, от четвертой промышленной революции ждут, что она освободит человека от решения множества типовых задач. Повысятся возможности для высокоинтеллектуальной и творческой работы, и в то же время она станет более востребованной и ценимой.

Безусловно, Индустрия 4.0, принося огромные преимущества и доходы, одновременно порождает серьезные и драматические социальные последствия и риски [13; 14]. Четвертая промышленная революция несет в себе сразу несколько предпосылок для социального расслоения. Появление роботизированных решений множества задач приведет к понижению ценности низко- и среднеквалифицированного труда. Это может подорвать материальный достаток многочисленного среднего класса. Без развития человеческого капитала для человека создаются труднопреодолимые барьеры для вхождения на рынок высококвалифицированного труда, в результате чего его труд продолжает плохо оплачиваться, а человек лишен возможностей это исправить. Ухудшающееся положение среднего класса может привести к разбалансировке политических систем, опирающихся на средний класс, усилению идей популизма, радикализма, фундаментализма и милитаризма. В конечном счете это приведет к усилению глобальной неопределенности.

**Выводы.** В последние годы заметно изменились условия для инновационной политики Германии. Развивающиеся экономики продолжают догонять промышленно развитые страны Европы и Америки, многие из которых, особенно в Европе, все еще борются с последствиями глобального экономического кризиса и напряженной бюджетной ситуацией. Экономики Китая, Южной Кореи и Сингапура превратились в сильных инноваторов. Такой измененный конкурентный ландшафт влияет на инновационную политику Германии, которая вынуждена динамически адаптироваться к нему.

ФРГ имеет значительно более высокий показатель затрат на НИОКР в ВВП, чем среднеевропейский (2,03 %), занимая четвертое место в ЕС вслед

за Швейцарией, Австрией и Данией. Кроме того, этот показатель в Германии выше, чем в США (в 2013 — 2,74 %) и Китае (в 2014 — 2,05 %). Германия является одной из пяти стран — наибольших инвесторов в НИОКР.

Главные преимущества инновационной стратегии ФРГ — неуклонное повышение качества наукоемкой продукции и одновременно повышение качества жизни собственных граждан. Это непростая и долгосрочная задача.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефременко Д.В. Введение в оценку техники. М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. 188 с.
2. Грунвальд А. Техника и общество. Западноевропейский опыт исследования социальных последствий научно-технического развития. М.: Логос, 2011. 160 с.
3. Оноприенко М.В. Соціальна оцінка техніки. К.: Інформ.-аналіт. агентство, 2011. 67 с.
4. Оноприенко М.В. Західний досвід дослідження соціальних ризиків науково-технологічного розвитку. *Наукові & освітянські методології та практики*. К.: Інф.-аналіт. агентство, 2016—2017. Вип. 8—9. С. 95—117.
5. Гаврилова Н.М. Современный опыт инновационного развития Германии и возможности его использования в России. *Вестник Финансового университета*. 2011. № 6. С. 13—20.
6. Стратегия высокотехнологического развития 2020. URL: <http://hightech-strategie.de>
7. Балашова С.А., Шполянская А.А. Административные и экономические механизмы обеспечения инновационного развития (опыт Германии и скандинавских стран). *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2015. Вып. 47. С. 53—66.
8. База данных Министерства образования и научных исследований ФРГ. URL: <http://datenportal.bmbf.de/portal/en/K18.html#chapters>.
9. Патрик Э.И., Никитин Ю.В., Патрик О.Э. Основные факторы, обеспечивающие инновационное развитие экономики Германии. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. 2015. № 4(20). С. 118—122.
10. Шполянская А.А. Инновационные кластеры — взаимодействие бизнеса и науки. *Известия Уральского государственного экономического университета*. 2016. № 3(65). С. 106—114.
11. Fortschritt durch Forschung und Innovation. Bericht zur Umsetzung der Hightech-Strategie. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2017. 102 s.
12. Игнатушенко Е.И. Инновационная Германия в экономике Европейского Союза в эпоху мирового экономического и финансового кризиса. *Молодой ученый*. 2012. № 7. С. 78—82.
13. Рагимова С. Цифровая индустрия 4.0. Журнал «Forbes». Электронная версия. 2017. 30.06. URL: [www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu](http://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu)
14. Оноприенко М.В. Мегатехнологии общества знаний. Социальное пространство, риски для человека и общества. Saarbrücken (Deutschland): Lambert Academic Publishing, 2015. 150 с.
15. Оноприенко В.І., Рижко Л.В., Ягодзинський С.М. та ін. Соціокультурний зміст новітніх мегатехнологій / За ред. В.І. Оноприенка. К.: Інформ.-аналіт. агентство, 2016. 352 с.

Одержано 14.05.2018

#### REFERENCES

1. Efremenko D.V. Vvedenie v otsenku tehniky. M.: Izd-vo MNÉPU, 2002. 188 s. [in Russian].
2. Grunvald A. Tehnika i obschestvo. Zapadnoevropeyskiy opyt issledovaniya sotsialnykh posledstviy nauchno-tehnicheskogo razvitiya. M.: Logos, 2011. 160 s. [in Russian].

3. Onopriienko M.V. Sotsialna otsinka tekhniky. K.: Inform.-analit. ahentstvo, 2011. 67 s. [in Russian].
4. Onopriienko M.V. Zakhidnyi dosvid doslidzhennia sotsialnykh ryzykiv naukovo-tekhnologichnoho rozvytku. *Naukovi & osvitianski metodolohii ta praktyky*. K.: Inf.-analit.ahentstvo, 2016—2017. Vyp. 8—9. S. 95—117 [in Ukrainian].
5. Gavrilova N.M. Sovremenniy opyt innovatsionnogo razvitiya Germanii i vozmozhnosti ego ispolzovaniya v Rossii. *Vestnik Finansovogo universiteta*. 2011. No 6. S. 13—20 [in Russian].
6. Strategiya vyisokotekhnologichnogo razvitiya 2020. URL: <http://hightech-strategie.de> [in Russian].
7. Balashova S.A., Shpolyanskaya A.A. Administrativnyie i ekonomicheskie mehanizmyi obespecheniya innovatsionnogo razvitiya (opyit Germanii i skandinavskih stran). *Natsionalnyie interesyi: prioritety i bezopasnost*. 2015. Vyip. 47. C. 53—66 [in Russian].
8. Baza daniy Ministerstva obrazovaniya i nauchnykh issledovaniy FRG. URL: <http://datenportal.bmbf.de/portal/en/K18.html#chapters>. [in Russian].
9. Patrik E.I., Nikitin Yu.V., Patrik O.E. Osnovnyie faktoryi, obespechivayushchie innovatsionnoe razvitie ekonomiki Germanii. *Ekonomika: realii chasu. Naukovyi zhurnal*. 2015. No 4(20). S. 118—122 [in Ukrainian].
10. Shpolyanskaya A.A. Innovatsionnyie klasteryi — vzaimodeystvie biznesa i nauki. *Izvestiya Uralskogo gosudanstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2016. No 3(65). S. 106—114 [in Russian].
11. Fortschritt durch Forschung und Innovation. Bericht zur Umsetzung der Hightech-Strategie. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2017. 102 s.
12. Ignatushenko E.I. Innovatsionnaya Germaniya v ekonomike Evropeyskogo Soyuzu v epohu mirovogo ekonomicheskogo i finansovogo krizisa. *Molodoy uchenyy*. 2012. No 7. S. 78—82 [in Russian].
13. Ragimova S. Tsifrovaya industriya 4.0. Zhurnal «Forbes». Elektronnaya versiya. 2017. 30.06. URL: [www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu](http://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu) [in Russian].
14. Onopriienko M.V. Megatehnologii obschestva znaniy. Sotsialnoe prostranstvo, riski dlya cheloveka i obschestva. Saarbrücken (Deutschland): Lambert Academic Publishing, 2015. 150 s. [in Russian].
15. Onopriienko V.I., Ryzhko L.V., Yahodzynskyi S.M. ta in. Sotsiokulturnyi zmist novitnikh mehatekhnolohii / Za red. V.I. Onopriienka. K.: Inform.-analit. ahentstvo, 2016. 352 s. [in Ukrainian].

Received 14.05.2018

*В.І. Оноприенко*, доктор філософських наук, професор,  
головний науковий співробітник ГУ «Інститут досліджень  
науково-технічного потенціалу та історії науки  
ім. Г.М. Доброва НАН України»,  
e-mail: valonopr@gmail.com

*М.В. Оноприенко*, кандидат філософських наук,  
старший науковий співробітник ГУ «Інститут досліджень  
науково-технічного потенціалу та історії науки  
ім. Г.М. Доброва НАН України»,  
e-mail: onopriienko.m@gmail.com

#### ПРОГРЕС ЧЕРЕЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ІННОВАЦІЇ: ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ В ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ

Наведено інформацію про інституціональні інструменти сприяння такому важливому аспекту інноваційного розвитку Німеччини як оцінка техніки, про особливості моделі науково-інноваційного розвитку Німеччини, про систему середньої і вищої професійної

освіти, про роль кластерів, підприємств, громадськості в інноваційних процесах, про впровадження Індустрії-4.0 в промисловість цієї країни. Показано, що інноваційна стратегія Німеччини вписана в політичний процес, екологічну стратегію держави і сучасну глобальну економіку, характеризується довготривалістю і послідовністю, прагненням знайти гідне місце усім ланкам інноваційного процесу, охопити автономні університети, дослідницькі центри, промисловість, надати інноваційним заходам гуманні та демократичні акценти. Інноваційна система Німеччини характеризується висхідною динамікою і ефективністю, посідає провідні позиції в Європі і світі, знаходить компетентні рішення для загроз і ризиків, що виникають у глобальному суспільстві.

**Ключові слова:** *Спілка німецьких інженерів, Інститут оцінки техніки і системного аналізу, оцінка техніки, «Стратегія високотехнологічного розвитку 2020», НДДКР, інноваційний розвиток, малі та середні підприємства, Індустрія 4.0.*

*V.I. Onoprienko*, Dsc (Philosophy), professor, chief researcher,  
G.M. Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential  
and Science History Studies of the NAS of Ukraine,  
e-mail: valonopr@gmail.com

*M.V. Onoprienko*, PhD (Philosophy), senior researcher,  
G.M. Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential  
and Science History Studies of the NAS of Ukraine,  
e-mail: onoprienko.m@gmail.com

#### THE PROGRESS THROUGH RESEARCH AND INNOVATION: THE GERMAN EXPERIENCE IN THE INNOVATION-DRIVEN DEVELOPMENT

The German experiences in innovation are attractive for many countries, Ukraine in particular, considering some structural similarities of science and technology system, which raises the importance of this study. The article aims to demonstrate advantages of the German's innovation strategy and its effective social, economic and cultural context for the transitional economies. Information and data contained in the article cover institutional means for promoting technology assessment, including associations (like the Union of German Engineers and the Institute for Technology Assessment and System Analysis) and entities established within the Parliament and executive power bodies; peculiarities of the research and innovation model in Germany, with highlighting "High Tech Strategy 2020 for Germany" and its objectives; the German system of professional education at school and university; the expansion of clusters; the support for small and medium enterprises; the engagement of middle class in innovation processes; innovation infrastructures; instruments for legal and financial support, elaborated by the government; dissemination of Industry-4.0 across the national industry etc.

The study demonstrates that the innovation strategy of Germany, being peculiar and effective, is perfectly built into government policies and political party contests, into the ecology strategy of the government and the contemporary global economy. Its main characteristics are durability and coherence of all the steps and measures, seeking for proper positioning of all the chains of the innovation process and engaging autonomous universities, research centers, big national industries, small and medium enterprises, venture funds and broader public. Innovation capacities of Germany keeps on increasing its parameters, winning the leadership in Europe and the world, diversifying ways for sustaining the really growing quality of life and finding competent solutions for threats and risks emerging in the global community.

**Keywords:** *Union of German Engineers, Institute for Technology Assessment and System Analysis, technology assessment, High Tech Strategy 2020 for Germany, R&D, innovation-driven development, small and medium enterprises, Industry 4.0.*