

УДК 336.12.054:65.08

О. Ш. Набиев,

аспирант кафедри економіки підприємства Макеєвського економіко-гуманитарного інститута

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МОДЕРНИЗАЦИИ

*В статье представлена адаптированная к макроэкономическим условиям экономико-математическая модель изучения инновационного развития национальной экономики, основанная на количественных и качественных характеристиках потенциала модернизации промышленного производства, позволяющая проследить характер инновационной динамики: необходимость смены технологического уклада.*

**Ключевые слова:** национальная экономика, потенциал модернизации, диагностика, имитационная модель, инновационное развитие, сценарии инновационной динамики.

*In article is presented adapted to macro economy condition economic and mathematical model studies innovation's developments of the national economy, founded on quantitative and qualitative feature of the potential to modernizations industrial production allowing track the nature innovation's dynamic and need of the change the technological mode.*

**Keywords:** national economy, potential to modernizations, diagnostics, simulation model, innovation's development, scenario innovation's dynamic.

**Введение.** По мере исчерпания экстенсивных и сырьевых источников экономического роста и ослабления их действия, инновационный процесс становится главным фактором выхода из сложившегося кризиса и дальнейшего социально-экономического развития, стремительно возрастает его роль и значение в прогресс общества. Вместе с тем, как мы выяснили в рамках настоящего исследования, модернизация на основе инноваций это всего лишь часть сложного процесса технико-экономической эволюции, включающей в себя смену не только технологии производства и потребления продукции, но и изменение экономических отношений механизмов и институтов.

Сложность анализа указанного процесса связана в первую очередь с тем, что многие технологические сдвиги, характерные для современно постиндустриальной экономики, не улавливаются традиционными способами измерения [1, с. 78]. Привычные показатели физического объема производства продукции перестают адекватно отражать процессы развития экономики. Сами технологические изменения приобретают все более размытый и трудноуловимый характер, и вписываясь в привычные ритмы научно-производственных и технологических циклов. Если раньше обновление основных фондов занимало десятилетия, то сегодня на передовых рубежах НТП оборудование меняется в течение нескольких лет. Происходит резкое сокращение срока реализации научных открытий.

Вместе с тем, главная функциональная роль реального сектора заключается в оценке достижения намечаемых экономических и социальных изменений, которые не всегда выражаются в явном виде. Имеющиеся модели экономического роста учитывают влияние технического прогресса как остаточного фактора, по сравнению с другими, имеют гипотетически игровой характер с рядом допущений, что не позволяет их использовать в стратегическом управлении инновационным развитием субъектов реального сектора. Существующая связь между социально-экономическим и инновационным развитием региона – подчиненность второго первому предопределяет характер управления ими как целого и части. Однако эта связь, очевидно, не является линейной [2, с. 14].

Одновременно с этим, на уровне промышленных предприятий с трудом решаются вопросы управления экономико-технологическим развитием, оптимизации производственного цикла, снижения излишних расходов, обусловленных низким организационно-техническим уровнем, что в совокупности ограничивает развитие промышленных отраслей и экономики в целом.

**Постановка задачи.** Исследование проблем технологического прогресса и закономерностей распространения нововведений можно найти в работах зарубежных авторов Б. Санто, М. МакКелви, Г. Менша, Э. Мэнсфилда, Д. Сахала, М. Моритани, А. Нормана, Ш. Тацуно и других экономистов. Теория технологических парадигм траекторий научно-технического развития рассматривается Б. Берри, Г. Дюменилом, Д. Леви, К. Фрименом, Г. Доси, Х. Хаустейном, Ф. Шенэ. Связь технологических сдвигов с институциональными изменениями в хозяйственной системе присутствует в работах К. Перес-Перес и Г. Доси. Российская школа длинноволновой динамики в основе которой лежат концепции Н. Кондратьева, П. Сорокина, представлена такими авторами как С. Глазьев, И. Лукашевич, Д. Львов, С. Румянцев, П. Тесля, И. Фетисов и др.

Современные направления развития инновационной деятельности в Украине и институтов инновационного развития стали предметом изучения и анализ отечественных ученых – А. Амошы, Я. Берсуцкого [3], И. Булеева, В. Дементьева, В. Дубницкого, С. Ильяшенко [5], В. Соловьева, Л. Червовой, В. Хобты и др.

Практическая направленность исследования столкнулась с проблемой адаптации методологического аппарата синергетики и математических методов применительно к экономическим процессам. В этой связи, наиболее интересными работами с практической точки зрения являются работы К. Багриновского, А. Гизатуллиной, Т. Клебановой, А. Коломывеи, Б. Кузнецова, Л. Сергеевой, А. Яблонского и др.

Однако, несмотря на серьезный прорыв в теоретических исследованиях указанных вопросов, по-прежнему не решены многие вопросы концептуального характера. Так, несмотря на теоретическое обоснование технологических и экономических процессов, содержание отношений их взаимодействия на региональном отраслевом уровне так и остается недостаточно изученным. Отсутствует концепция развития технико-экономических отношений в пространственном разрезе. Существует широкий разброс как в понятийном аппарате, так в математическом инструментарии для анализа технико-экономических процессов на макро-, мезо- и микроуровнях. Все это обуславливает необходимость и значимость дополнительных исследований.

**Результаты.** По результатам теоретических исследований комплекса категорий «модернизация», «потенциал», «стратегический ландшафт» нами выявлен экономическое содержание модернизации как процесса формирования современной модели экономики на основе инновационных преобразований, ориентированной на качественные изменения в обществе в соответствии с новой системой интересов, ценностей и приоритетов. Предложенное понимание экономического содержания потенциала и стратегического ландшафта во многом определяет и методологию диагностики потенциала модернизации реального сектора и его субъектно составляющей.

Ключевые терминологические и категориальные характеристики проблематики исследования вопросов диагностики потенциала модернизации субъектно реального сектора можно представить на рис. 1.

С учетом необходимости сузить поле диагностических исследований в направлении процессов модернизации необходимо дать авторскую интерпретацию изучаемой категории. Под диагностикой модернизации будем подразумевать совокупность методов и приемов качественного и количественного анализа, метод прогнозирования и оценки эффективности использования реальных и скрытых ресурсов модернизации предприятия, вектора развития для достижения целе управления изменениями.

Таким образом, центральную категорию предметного поля исследования (диагностика потенциала модернизации субъектов реального сектора экономики

можно определить как - систему методов и приемов **анализа** реальных и скрытых ресурсов модернизации производства, **оценки** влияния стратегического ландшафта **прогнозирования** уровня инновационной динамики, выступающая основой государственной политики инновационного развития, направленной на формирование современного технологического уклада.

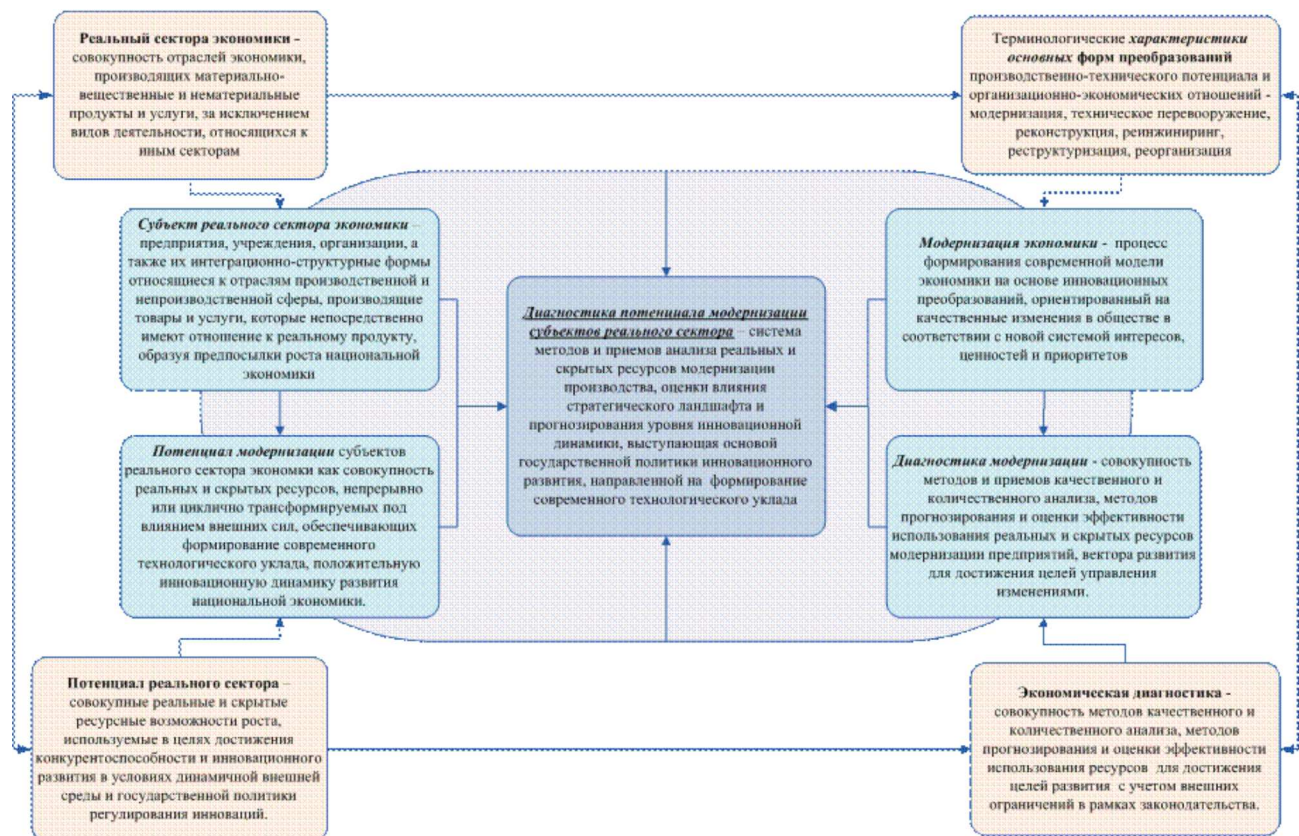


Рис. 1. Взаимодействие основных терминов и категорий в системе диагностики потенциала модернизации субъектов реального сектора экономики (авторский подход)

Важнейшими задачами модернизации промышленного производства являются, во-первых, сохранение научно-технического, кадрового и промышленного потенциалов, обеспечение устойчивого развития применительно к жестким требованиям мировой экономики; во-вторых, своевременное обновление или перепрофилирование производственных мощностей в интересах повышения конкурентоспособности и экономической безопасности страны путем создания на и основе нового производственно-технологического базиса эффективной экономики.

Все это, разумеется, не означает невозможность проведения корректных измерений. Для этого требуется правильное понимание содержания измеряемых процессов. Учет многообразия новых факторов, которые раньше не включались в исследовательский арсенал, вызывает необходимость развития методологии экономической науки. При этом выявление содержания происходящих процессов требует активного привлечения к анализу экономических явлений междисциплинарных подходов, и прежде всего синергетики как направления исследований, связанного с изучением процессов самоорганизации в открыты нелинейных и неравновесных динамических системах [4, с. 89].

В этой связи, необходимым научным шагом является отнесение экономической системы к классу открытых систем, интенсивно изучаемых в последнее время естественных науках. Построение количественных и качественных управленческих моделей неравновесных процессов в макро-, мезо- и микроэкономических системах: опирающихся на изучение феномена «открытости», наталкивается в экономической теории на ряд трудностей не только технического, но и принципиального гносеологического характера. Поэтому разработка способов изучения эволюции открытых экономических систем, в том числе на мезо- и микроуровне, и развитии методов прогнозирования *инвестиционно-инновационной динамики* в рамках такого подхода являются актуальной научной проблемой [6, с. 102].

Синергетический подход представляется особенно перспективным применительно к оценке тенденций, связанных с самоорганизацией и динамическо устойчивостью экономических систем, поскольку от их состояния и качества управления ими зависят темпы и стабильность развития национальной экономики способность противостоять кризисным явлениям и эффективно управлять рисками в условиях перехода к постиндустриальному обществу [7, с. 112-118].

Таким образом, основой моделирования технико-экономического развития (в данном случае ключевые позиции занимает именно процессы модернизации) должна стать инвестиционно-инновационная динамика, понимаемая в категориях *синергетического подхода* и отражающая нелинейные взаимосвязи неравновесны процессов обновления капитала, технологических изменений и социально-экономического роста в открытых экономических системах на макро-, мезо- и микроуровнях.

В этом контексте углубление методических аспектов, связанных с экономико-технологическим развитием экономических систем, самоорганизацией динамической устойчивостью региональных промышленных систем и технико-экономической оптимизацией промышленных предприятий приобретает важно самостоятельное значение.

Построение моделей неравновесных процессов в экономических системах, опирающихся на изучение феномена «открытости», наталкивается в экономической теории на ряд трудностей не только технического, но и принципиального гносеологического характера. Поэтому считаем необходимым **детально проанализировать обосновать авторскую модель изучения процессов инновационной динамики**, применение которой дает ответ на многие вопросы об особенностях протекании процессов модернизации в промышленности и позволяет разрабатывать определенные прогнозы для целей совершенствования методов государственного регулирования инновационного развития.

Базируясь на исследованиях [1, с. 45] представим авторскую модель определения объемов производства инновационной продукции (потенциал инновационного развития) в зависимости от темпов роста производства.

Основными переменными модели являются:  $T$  – объем производства продукции по прогрессивному технологическому укладу (уровень инновационного развития);  $P$  – объем производства продукции по всем ТУ (валовой продукт);  $g$  – темп роста производства продукции по прогрессивному технологическому укладу (потенциал модернизации как управляющий параметр;  $t$  – время.

Для достижения поставленной цели моделирования будем использовать вид дифференциальных уравнений с насыщением. При этом объем производств инновационной продукции  $T$  рассмотрим как неизвестную функцию, которую нужно найти, а в качестве независимой переменной рассмотрим время  $t$ . Определим насколько изменяется искомая функция  $T$ , если независимая переменная  $t$  получает приращение  $\Delta t$ . Для этого:

1. Определим долю инновационной продукции:

$$\frac{T}{P} \quad (1)$$

2. Определим долю возможного роста инновационной продукции, (потенциал инновационного развития):

$$\left(1 - \frac{T}{P}\right) \quad (2)$$

3. От доли возможного роста переходим к реальным величинам:

$$T \left(1 - \frac{T}{P}\right) \quad (3)$$

4. Введем в уравнение параметр регулирующий прирост реальной величины инновационной продукции (потенциал модернизации):

$$gT \left(1 - \frac{T}{P}\right) \quad (4)$$

Последнее выражение и есть приращение  $\Delta T$  искомой функция  $T$ , если независимая переменная  $t$  получает приращение  $\Delta t$ . Перейдя к пределу при  $\Delta t \rightarrow 0$  получим дифференциальное уравнение, которое и будем исследовать:

$$\frac{dT}{dt} = gT \left(1 - \frac{T}{P}\right) \quad (5)$$

Проинтегрируем данное уравнение при различных параметрах  $g$ :

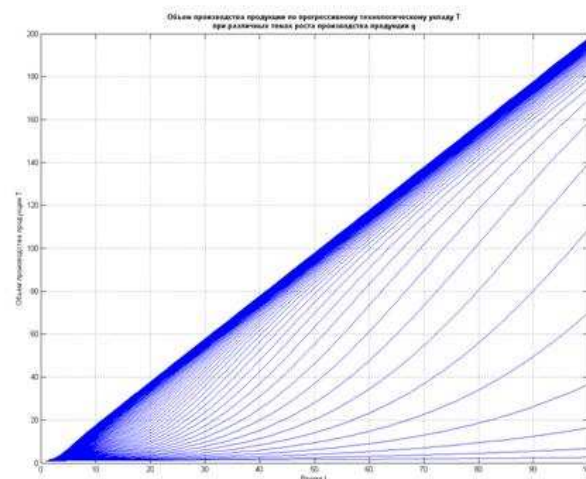


Рис. 2. Уровень потенциала инновационного развития (T) при различных параметрах потенциала модернизации (g)

Предложенная модель рассматривает не только зависимость числа инновационных промышленных предприятий от удельной скорости прироста и спросовы ограничений (что в совокупности составляет инновационный климат, а именно результат проявления факторов стратегического ландшафта модернизации), но и зависимость скорости прироста от затрат на НИОКР, осуществляемые всеми субъектами в экономической системе.

Логистическая модель инновационной динамики представлена системой из двух уравнений:

$$\frac{dN}{dt} = gN \left(1 - \frac{N}{N_{max}}\right) - B \quad (6)$$

$$g(C) = \frac{g_{max} \cdot C}{K_C + C} \quad (7)$$

где  $N$  – число инновационных предприятий в промышленности;

$N_{max}$  – максимально возможное число инновационных предприятий;

$g$  – удельный темп роста числа инновационных предприятий в промышленности (в расчете на одно существующее);

$B$  – число обанкротившихся инновационных предприятий;

$t$  – время;

$C$  – среднедушевые затраты на НИОКР;

$g_{max}$  – максимально возможная скорость прироста при избытке среднедушевых затрат на НИОКР;

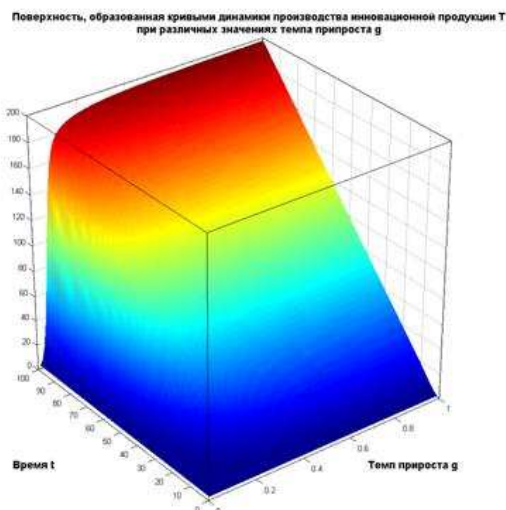
$K_C$  – коэффициент инновационного насыщения (размерность – аналогичная размерности  $C$ ).

Необходимо понимать, что затраты на НИОКР являются не только источником создания инновационных предприятий, но индикатором благоприятного инновационного климата в экономической системе на национальном или региональном уровне [8, с. 77].

Считаем необходимым дополнить градации уровня проводимых преобразований в части модернизации авторским подходом для определения природы параметра  $g$ , который в нашем случае трактуется как оценка потенциала модернизации.

Поскольку в нашем случае речь идет о модели инновационной динамики нам необходимо увязать результат процесса инновационного развития ( $T$ ) – параметр объема выпускаемой продукции по прогрессивному технологическому укладу и возможные сценарии протекания процесса модернизации, определяемые в данном случае как потенциал модернизации.

Мы получили множество кривых объема инновационной продукции  $T$  (см. рис. 2). Если добавить ось, уходящую вглубь листа и отложить на ней значения параметра  $g$ , то мы получим следующую поверхность (рис. 3):

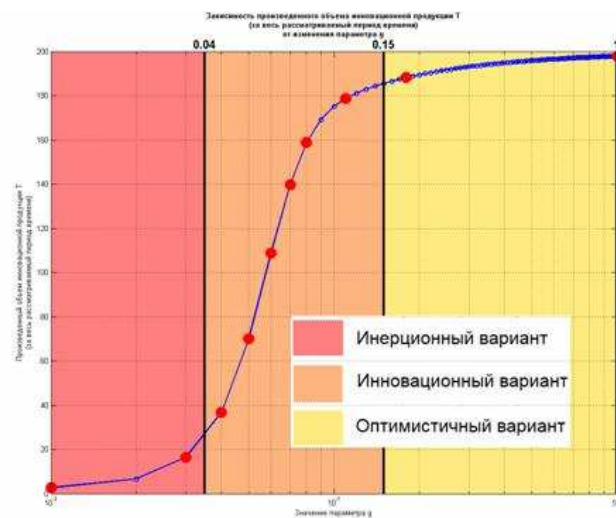


**Рис. 3. Поверхность образованная различными кривыми динамики производства инновационной продукции  $T$  при различных уровнях потенциала модернизации  $g$**

Вернемся к нашим кривым и представим каждую кривую в виде точки на графике, обозначающей ее последнее значение (значение в конечный момент времени характеризующее объем инновационной продукции произведенный за весь рассматриваемый период).

На рис. 4 представлена интерпретация взаимосвязи уровня инновационного развития  $T$  от эффективности процесса модернизации  $g$  отражает суть уравнения (5). Делением критерия на зоны по характеру сценариев инновационного развития (протекания процесса инновационной динамики) является именно потенциала модернизации, т. е. уровень эффективности использования реальных и скрытых ресурсов, влияния стратегического ландшафта на указанные процессы.

В последнем двух графиках шкала оси абсцисс заменена на логарифмическую для выравнивания размеров зон.



**Рис. 4. Зависимость уровня инновационного развития от потенциала модернизации (по существенно различным параметрам оценки)**

Как мы видим, при различных значения параметра  $g$ , иногда мы получаем очень близкие значения объемов инновационной продукции  $T$ . Поэтому обозначим только те значения параметра  $g$ , которые дают существенно разные значения объемов производства продукции  $T$ . Пусть это будут такие значения:

В представленном формате графического отображения зависимости изучаемых процессов вариант инновационного развития характеризуется наибольшей степенью свободы принимаемых значений. С этой точки зрения, инструменты регулирования данных процессов, в том числе и на уровне государства получают совершенно иной формат влияния.

Каждая точка соответствует кривой динамики развития производства объемов инновационной продукции  $T$ . Рассмотрим эти кривые на рис. 5.

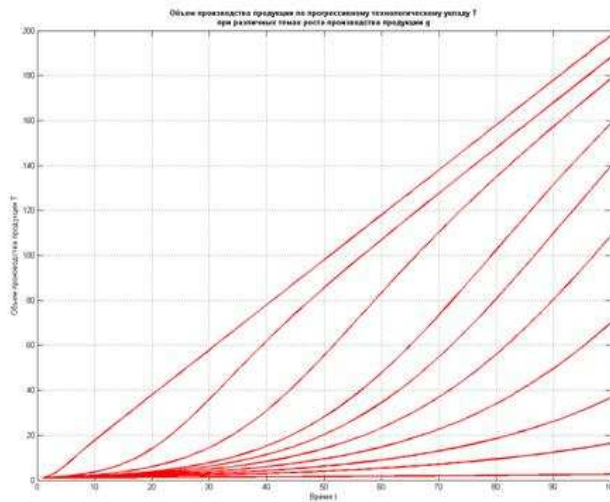


Рис. 5. Уровень инновационного развития ( $T$ ) в рамках перехода к прогрессивному технологическому укладу при различных вариантах использования потенциала модернизации  $g$

Сопоставив кривые и полученную поверхность для проведения визуального анализа поведения объемов производства инновационной продукции  $T$  при различных параметрах  $g$  в рамках выделенных сценариев мы получаем реальные ориентиры принятия важнейших стратегических решений и возможность наилучшим образом использовать внутренние источники изменения укладности национальной экономики

**Выводы.** Таким образом, авторская модель позволяет наглядно определить, как изменится объем инновационной продукции (уровень инновационного развития) при различных параметрах и вариантах использования потенциала модернизации. Эта информация будет полезной при принятии управленческих решений, как на государственном, так и на региональном уровне.

Проведенные исследования показали, что в экономической теории и практике отсутствуют методические решения по формированию программ инновационного развития в машиностроении региона на принципах кооперации, интеграции, синергетического взаимодействия. Это указывает на необходимость разработку **методического подхода к формированию такой стратегии модернизации машиностроительного комплекса по результатам комплексной диагностики**, которая включает: требования к структуре стратегии; содержание и методику разработки каждого раздела; принципы расчета показателей, определяющих основные параметры ее реализации; систему управления ходом реализации и мониторинг выполнения мероприятий на тактическом и оперативном уровне. Реализация стратегии позволит достичь высокой эффективности процесса модернизации машиностроения благодаря рациональному использованию установленных мощностей и имеющихся на территориях ресурсов.

Таким образом, основные подходы к разработке и осуществлению стратегии технологической модернизации промышленности региона (как ядра регионально промышленной политики) включают: однонаправленность и непротиворечивость с национальной инновационной политикой; определение технологически приоритетов; использование конкурентных преимуществ региона; определение ресурсного обеспечения мероприятий; селективность в решении задач для различных групп предприятий, комплексов; демократизм в разработке, осуществлении мероприятий и программ и обсуждении достигнутых результатов; разработка конкретного механизма достижения намеченных целей с учетом имеющихся возможностей и резервов.

#### Список использованной литературы.

1. Акбердина, В.В. Синергетические модели формирования и развития экономико-технологической реальности: монография [текст]. – Екатеринбург: Института экономики УрО РАН, 2010. – 248 с.
2. Амельченко А.В. Теоретические и методологические основы оценки развития промышленного предприятия: монография [текст] / А.В. Амельченко. - СПб.: СПбГИЭ, 2007.- 249 с.
3. Берсуцкий Я.Г. Принятие решений в управлении экономическими объектами: методы и модели: монография / Я.Г. Берсуцкий, Н.Н. Лепя, А.Я. Берсуцкий и др. / ИЭИ НАН Украины. – Донецк: ООО «Юго-Восток, ЛТД», 2002. – 276 с.
4. Гранберг А.Г. Межрегиональные экономические сопоставления: макроиндикаторы и комплексные оценки / А.Г. Гранберг, Ю.С. Зайцева // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. – 2007. - № 1. – С. 41-57.
5. Ілляшенко С. М. Управління інноваційним розвитком: навч. посіб. - 2-ге вид., перероб і доп. [текст] / С.М. Ілляшенко. - Суми: ВТД «Університетська книга»; К Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005. - 324 с.
6. Ковальчук Ю.А. Стратегическое управление эффективностью модернизации: монография / Ю.А. Ковальчук. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2010. – 189 с.
7. Ушаков Д. С. Инновационная модернизация экономических систем / Д. С. Ушаков. – М.: ООО «Технологии стратегического менеджмента», 2008. – 354 с.
8. Экономический потенциал административных и производственных систем : монография [текст] / Под общ. ред. О.Ф. Балацкого. – Сумы: ИТД «Университетська книга», 2006. - 973 с.

Стаття надійшла до редакції 23.03.2012 р.



ТОВ "ДКС Центр"