

УДК 330.34

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В КОММУНИКАТИВНОЙ МОДЕЛИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

С. В. Новиков

rector@ugatu.su

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 21.12.2020

Аннотация. В статье рассматривается понятие инженерно-технического университета как функционального и логистического центра научно-образовательной системы страны/региона в динамике его системных коммуникаций. Исследуется частная задача управления инновациями в целях определения функциональной локации и коммуникативных параметров инженерно-технического университета в современной инновационной системе страны и региона. Представлен анализ коммуникативной модели взаимодействия государства, бизнес-сообщества, социума и университета. При реализации задач инновационного развития экономической системы страны и региона деятельность университета будет определяться группой внешних (экзогенных) и внутренних (эндогенных) факторов.

Ключевые слова: инженерно-технический университет; национальная инновационная система; когнитивная среда; экзогенные и эндогенные факторы.

ВВЕДЕНИЕ

В основе смены технологических укладов, являющихся производственно-технологической основой мирохозяйственного развития, как известно, лежит шумпетерианская инновационная модель эволюции общественно-экономических систем. Многочисленные исследования закономерностей кондратьевской длинноволновой динамики показывают [2], что мировые экономические кризисы, являющиеся неотъемлемой частью этого процесса, играют роль своеобразных триггеров (англ. trigger – спусковой крючок) новых прорывных технологий в различных отраслях материального производства, критически необходимых для выхода экономики на траекторию подъема. Это свойство системы было подмечено немецким экономистом Герхардом Меншем и получило название «триггерного эффекта депрессии». Подтверждают этот вывод и современные исследования, в част-

ности работы известного японского ученого М. Хирооки [18], в которых были получены доказательства корреляции между длинноволновыми циклами Кондратьева и цикличностью формирования платформенных технологий, на несколько десятилетий определяющих тренды лидирующих отраслей экономики.

Это подтверждает апостериорный анализ экономической истории мира. Так, к примеру, к 30-м гг. XX в., отмеченным на эволюционной траектории развития мировой экономики как период Великой депрессии, относится начало эпохи технологического прорыва двигателей внутреннего сгорания и реактивной техники, наполнивших на многие десятилетия мир ревом моторов во всех трех средах – на земле, в воздухе и на воде. Атомная энергетика стала доступной многим странам мира, испытывавшим нехватку энергоресурсов, традиционно получаемых за счет эксплуатации природных

экосистем. А в конце 70-х гг., когда экономики мира начали ощущать исчерпание потенциала доступных технологий для эффективного экономического роста и большинство стран оказались в эпицентре нового масштабного кризиса, в качестве нового движителя прогресса выступили технологии, основанные на микроэлектронике, послужившие основой Интернета и цифровизации всех сфер жизнедеятельности человека. Уже в XXI в. период мирового кризиса 2008–2010 гг. тоже не случайно совпал с масштабным развертыванием инновационных технологий шестого технологического уклада на основе так называемых NBIC-технологий (англ. Nanotechnology, Biotechnology, Information, Cognitive and Science). Таким образом, конвергенция нанотехнологий, биотехнологий и информационных технологий в когнитивной среде познания стала в настоящее время приоритетом технологического развития ведущих экономик мира, в том числе и российской.

Очевидным фактом является то, что инновационные технологии формируются в адекватной творческой среде, каковой по определению во всем мире закономерно считаются университеты и научные центры, имеющие, как известно, в различных странах различные организационно-правовые формы – от добровольных научных сообществ (например, Общество Макса Планка в Германии) до государственных академий (например, Российская академия наук в России). При этом университетское сообщество ученых-исследователей в силу своей профессиональной принадлежности к развивающейся среде, безусловно, является наиболее динамичным и восприимчивым к когнитивным вызовам времени, в отличие от академической среды, в наибольшей степени ориентированной на фундаментальные исследования. По этой причине наибольшая нагрузка и ответственная миссия за формирование нового технологического уклада и его практикоориентированность для целей устойчивого и долговременного экономического роста лежит на российских университетах, в первую очередь на инженерных вузах. В этой связи становится очевидным, что и сам вуз должен не только соответ-

ствовать критериям инновационности, но и быть эпицентром формирования новой генерации инноваторов, способных обеспечить эффект от масштаба трансфера прорывных технологий из научной сферы в реальный сектор экономики. Только в этом случае может быть реализована оригинальная модель экономического роста, автором которой является нобелевский лауреат 2002 г. Пол Ромер. Эта модель предусматривает инвестиции в физический капитал и исследования с учетом текущего уровня технологий, общего для всей экономики, давая за счет НИОКР не только дополнительный экономический эффект компаниям – лидерам инновационного процесса, но и мультиплицируя суммарный уровень технологий национальной экономики [6].

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В КОММУНИКАТИВНОЙ МОДЕЛИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Каким должен быть в этом случае технический вуз XXI в.? Какой должна быть экосистема современного университета с точки зрения его адекватности масштабным задачам научно-технологического прорыва российской экономики? Как обеспечить всестороннее развитие инженерно-технического университета, чтобы его лидирующие позиции в инновационной и образовательной системе страны имели устойчивый тренд? Очевидно, что ответы на эти вопросы могут быть получены в контексте комплексного научно-исследовательского поиска, основанного на конвергентной методологии (методологическая парадигма И. Лакотоса), базирующейся на теории систем, институциональной теории, теории экономического роста, эволюционной теории и теории управления, в частности в области управления инновациями.

Предметом настоящего исследования является частная задача из контекста этого масштабного проекта – определение функциональной локации и коммуникативных параметров инженерно-технического университета в современной инновационной системе страны и региона. Для этого

сначала определимся с понятием университета – целостной общественно-экономической системы (далее – ОЭС), для которой характерны все соответствующие свойства и признаки, описываемые в теории для открытых систем любого порядка, определяющихся как некая «совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой» [3]. К наиболее существенным признакам систем следует отнести их уникальность, целостность и гетерогенность, а важнейшим свойством является несводимость их параметров и функций к соответствующим характеристикам составляющих их элементов, «взаимосвязанных между собой координированными функциональными связями и отношениями, направленными на сохранение данной целостности» [16].

Очевидно, что ОЭС университета входит во множество более крупных систем, определяющих характер и интенсивность экзогенных воздействий на университетский социум, что в сочетании с эндогенными (внутренними) факторами предопределяет динамику его развития на некотором временном лаге. Наиболее крупным системообразующим субъектом этой конструкции является государство, а его подсистемой – отрасль образования, в частности высшего, объединяющего около двух тысяч вузов, каждый из которых связан тысячами прямых и обратных связей с системой работодателей, федеральными и региональными структурами власти и бизнеса, а также социальной средой.

Учитывая, что в качестве одного из ключевых методологических инструментов исследования нами принята институциональная экономическая теория, обозначенная структурно-логическая связь университета с окружающим его миром может быть представлена в виде институционального пространства, содержащего взаимосвязанные институциональные системы разного порядка, параметры которых можно унифицировать в соответствии с их принадлежностью к триаде базовых институтов, составляющих ядро любой ОЭС – социальных, экономических и политических. Указанная триада образует так называемую институ-

циональную матрицу, свойства и характеристики которой описаны в ряде авторитетных научных исследований в области институциональной экономики [8].

Синергия воздействия на научно-технологическое развитие экономики страны и региона генерируется в рамках, соответственно, национальной (НИС) и (или) региональной (РИС) инновационных систем, в институциональном контуре которых ОЭС университета, являющаяся частью научно-образовательного комплекса, взаимодействует с институтами власти, бизнес-сообществом и социокультурной средой. Данная конфигурация инновационной системы отличается от модели «тройной спирали» Генри Ицковица, объединяющей, как известно, науку, бизнес и государство [7], тем, что в ней присутствует четвертый субъект – социум, без которого, по нашему мнению, система будет неполной, ибо социальные институты гражданского общества играют заметную роль в контексте эволюционного развития общественно-экономических систем. Именно гражданское общество, являясь социальным институтом, обеспечивает так называемый феномен path dependence – памяти прошлого, проявляющийся в преемственности поколений и их традиций, накопленного опыта научных и педагогических школ, что имеет большое значение для реализации стратегии инновационного развития экосистемы университета. Описанная модель инновационной системы в институциональном поле акторов представлена на рис. 1.

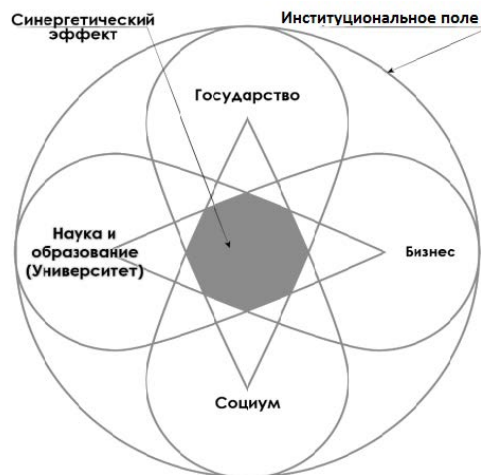


Рис. 1. Модель инновационной системы в институциональном поле акторов

Наибольший интерес с точки зрения целей нашего исследования, как объект управляющего воздействия, представляет система прямых и обратных связей субъектов инновационной системы с ОЭС университета. Анализ показывает, что государство, бизнес-сообщество, социум и университет (как ключевое звено научно-образовательной сферы), реализуют в рамках НИС/РИС в основном следующие функции, отражающие как их прямые, так и обратные связи:

а) государство (gi):

– обеспечивает формирование государственной политики в сфере высшего образования и научно-технической сфере в форме нормативных правовых актов, государственных программ, стратегий и национальных проектов ($g1$);

– финансирует конституционные нормы права на бесплатное образование и научные исследования, выполняемые в рамках государственных академий, а также по тематике государственных программ и национальных проектов ($g2$);

– предоставляет государственную защиту интеллектуальной собственности в научно-технической сфере ($g3$);

– обеспечивает государственное регулирование правоприменительной практики в сфере высшего образования и науки, налогообложение и иные формы контроля ($g5$);

– обеспечивает социальные гарантии работникам научной и образовательной сфер ($g6$);

б) бизнес-сообщество (bi):

– осуществляет производственную деятельность, обеспечивает заказы и внедрение инновационных разработок ($b1$);

– обеспечивает инвестиции в развитие производства и инновационные разработки ($b2$);

– обеспечивает создание рабочих мест, социальные гарантии работникам, налоги в бюджеты различных уровней ($b3$);

в) социум (si):

– формирует трудовые ресурсы на рынке труда ($s1$);

– реализует потенциал человеческого капитала и компетенций в производственной сфере, науке, образовании ($s2$);

г) университет (ui):

– осуществляет деятельность в сфере высшего профессионального образования, обеспечивает формирование когнитивной среды ($u1$);

– обеспечивает формирование творческой среды и организует инициативные (поисковые) исследовательские разработки инновационных проектов и технологий ($u2$);

– осуществляет инвестиции в инновационные НИОКР ($u3$);

– формирует профессиональную информационную среду в сфере науки и образования ($u4$);

– обеспечивает создание рабочих мест, социальные гарантии работникам, налоги в бюджеты различных уровней ($u5$).

Используя известный матричный метод интегральной оценки влияния факторов на институциональную систему [5], формализуем этот многофакторный процесс в виде матрицы (табл. 1). Исследовательская задача заключается в моделировании всех факторных функций приведенной таблицы, однако, учитывая локальный характер стоящей задачи, можно ограничиться оценкой влияния доминантных факторов на доминантный стейкхолдер, каковым является университет.

Анализ представленной коммуникативной модели взаимодействия субъектов НИС/РИС как стейкхолдеров системы с точки зрения достижения максимально эффективной реализации ее функционала позволяет выявить в каждой из групп (gi ; bi ; si ; ui) доминирующие факторы:

– $g2$ – для государства;

– $b1$ – для бизнеса;

– $s2$ – для социума;

– $u2$ – для университета.

Матрица многофакторной модели НИС/РИС

Фактор, <i>i</i>	Институты социальные I						Институты политические II						Институты экономические III						Индикатор (уровень эффекта)
	1		2		...		...		<i>j</i>		...		...		<i>n</i>		
	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения	Форм. ограничения	Неформ. ограничения			
1	x'_{11}	x''_{11}	x'_{12}	x''_{12}	...	...	...	...	x'_{1j}	x''_{1j}	...	...	...	...	x'_{1n}	x''_{1n}	$\prod_{j=1}^n I_{Cu}(x'_{1j}, x''_{1j})$
2	x'_{21}	x''_{21}	x'_{22}	x''_{22}	...	...	...	...	x'_{2j}	x''_{2j}	...	...	...	...	x'_{2n}	x''_{2n}	$\prod_{j=1}^n I_{Cu}(x'_{2j}, x''_{2j})$
...		
<i>i</i>	x'_{i1}	x''_{i1}	x'_{i2}	x''_{i2}	...	...	...	...	x'_{ij}	x''_{ij}	...	...	...	...	x'_{in}	x''_{in}	$\prod_{j=1}^n I_{Cu}(x'_{ij}, x''_{ij})$
...		
<i>m</i>	x'_m	x''_{m1}	x'_{m2}	x''_{m2}	...	...	...	...	x'_{mj}	x''_{mj}	...	...	...	...	x'_{mn}	x''_{mn}	$\prod_{j=1}^n I_{Cu}(x'_{mj}, x''_{mj})$
Индикатор эф- фекта	$\prod_{i=1}^m x'_{i1} x''_{i1}$	$\prod_{i=1}^m x'_{i2} x''_{i2}$	...	...	...	...	...	$\prod_{i=1}^m x'_{ij} x''_{ij}$	...	...	...	...	...	$\prod_{i=1}^m x'_{in} x''_{in}$	$\prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n I_{Cu}(x'_{ij}, x''_{ij})$		

Таким образом, деятельность университета по реализации задач инновационного развития ОЭС страны и региона будет определяться в основном группой внешних (экзогенных) факторов ($g_2; b_1; s_2$) и внутренних (u_2). Для удобства анализа и моделирования процесса инновационной модернизации экономики страны/региона указанные факторы необходимо нормализовать. Кроме того, целесообразно произвести свертку внешних факторов в один интегральный фактор $Vh = f(g_2, b_1, s_2)$, после чего определим эффективность инновационного развития системы как функцию двух переменных – внешних (Vh) и внутренних (Vu) факторов:

$$V(t) = Vh(t) + Vu(t). \quad (1)$$

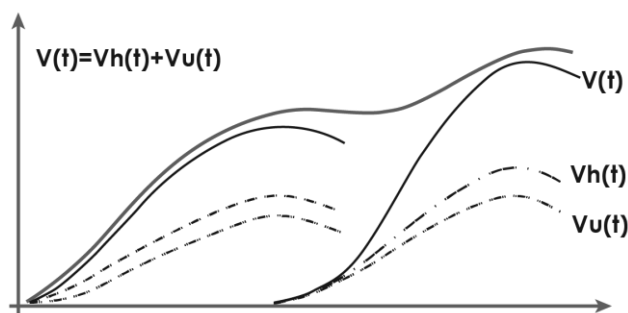


Рис. 2. Логистическая эволюция инновационной диффузии

Функция $V(t)$ представляет собой параметрическую модель диффузии инноваций (по Бассу – Роджерсу), описываемую дифференциальным уравнением логистической кривой, аналогичной экспоненциальной модели динамики технического прогресса [1],

графически изображенной на рис. 2 и имеющей вид:

$$V(t) = V_0 \cdot \exp [1(k_a + k_1) \cdot v(t)], \quad (2)$$

где V_0 – стартовый параметр функции в момент времени t_0 ;

VF – предельное значение параметра функции;

kh, ku – коэффициенты логистической коррекции;

$v(t)$ – темп роста параметрической функции, зависящий от внутренней динамики факторов, определяемой притоком $G(t, f)$ и оттоком $C(t, f)$ инвестиций в инновационный параметр функции:

$$v(t) = dV(t)/dt = \{ [Gh(t, f) - Ch(t, f)] + [Gu(t, f) - Cu(t, f)] \}. \quad (3)$$

Исследование функциональной локации и коммуникативных параметров университета в современной инновационной системе страны и региона показало наличие сложной многофакторной зависимости этого процесса от экзогенных и эндогенных воздействий, требующих описания в виде системы дифференциальных уравнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные формулы (1–3) представляют лишь качественную характеристику нелинейной динамики процесса поэтапной диффузии инноваций в общественно-экономической системе в зависимости от экзогенных и эндогенных факторов. В этой связи наибольший практический интерес с научной точки зрения в контексте теории управления инновациями представляет дальнейшее исследование многогранного потенциала инновационного развития университета как функционального и логистического центра научно-образовательной системы страны/региона в динамике его системных коммуникаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Акаев А. А.** Большие циклы конъюнктуры и инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера – Кондратьева // *Экономическая наука современной России*. 2013. № 2 (61). С. 7–28. [А. А. Акаев, “Long waves of conjuncture and Schumpeter-Kondratyev innovation-cyclical theory of economic development”, (in Russian),

in *Ekonomicheskaya nauka sovremennoj Rossii*, no. 2 (61), pp. 7–28, 2013.]

2. **Акаев А. А., Рудской А. И.** Анализ и прогноз влияния шестого технологического уклада на динамику мирового экономического развития // *Мировая динамика: Закономерности, тенденции, перспективы*. М.: КРАСАНД, 2014. 488 с. [А. А. Акаев, А. И. Рудской, “Analysis and forecast of the impact of the sixth technological order on the dynamics of world economic development”, (in Russian), in *World dynamics: patterns, trends, prospects*. Moscow: KRASAND, 2014.]

3. **Берталанфи Л. фон.** История и статус общей теории систем. Системные исследования. Ежегодник, 1973. М.: Наука, 1973. [L. von Bertalanffy, *History and status of the general theory of systems. System research. Yearbook*, (in Russian). Moscow: Nauka, 1973.]

4. **Глазьев С. Ю.** Мирохозяйственные уклады в глобальном экономическом развитии // *Экономика и математические методы*. 2016. Т. 52, № 2. С. 3–29. [S. Yu. Glaziev, “National economy structures in the global economic development”, (in Russian), in *Ekonomika i matematicheskie metody*, vol. 52, no. 2, pp. 3–29, 2016.]

5. **Дегтярев А. Н.** Конверсия институтов. Начала теории. М.: NOTA BENE, 2020. 240 с. [А. Н. Degtyarev, *Conversion of Institutions. Beginnings of theory*, (in Russian). Moscow: NOTA BENE, 2020.]

6. **Замулин О. А., Сонин К. И.** Экономический рост: Нобелевская премия 2018 года и уроки для России // *Вопросы экономики*. 2019. № 1. С. 11–36. [О. А. Zamulin, K. I. Sonin, “Economic growth: Nobel prize in economic sciences 2018 and the lessons for Russia”, (in Russian), in *Voprosi ekonomiki*, no. 1, pp. 11–36, 2019.]

7. **Ицкович Г.** Тройная спираль: университеты-предприятия-государство: инновации в действии; пер. с англ.; под ред. А. Ф. Уварова. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2010. 237 с. [G. Itskowitz, *The Triple Helix: University-Enterprise-State: Innovation in Action*, (in Russian). Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. un-ta system upravleniya i radioelektroniki, 2010.]

8. **Кирдина С. Г.** Модели экономики в теории институциональных матриц // *Экономическая наука современной России*. 2007. № 2 (37). С. 34–39. [С. Г. Kirdina, “Economy models within institutional matrices theory framework”, (in Russian), in *Ekonomicheskaya nauka sovremennoj Rossii*, no. 2 (37), pp. 34–39, 2007.]

9. **Клейнер Г. Б.** Эволюция институциональных систем. ЦЭМИ РАН. М.: Наука (Экономическая наука современной России), 2004. 204 с. [Г. В. Kleiner, *Evolution of institutional systems. CEMI RAS*, (in Russian). Moscow: Nauka (Ekonomicheskaya nauka sovremennoj Rossii), 2004.]

10. **Корнай Я.** Инновации и динамизм: взаимосвязь систем и технического прогресса // *Вопросы экономики*. 2012. № 4. С. 4–31. [J. Kornai, “Innovation and dynamism: interaction between systems and Technical progress”, (in Russian), in *Voprosi ekonomiki*, no. 4, pp. 4–31, 2012.]

11. **Кузнецов Ю. А., Маркова С. Е.** Математическое моделирование динамики смены поколений инновационных технологий // *Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского*. Серия: Социальные науки. 2017. № 1 (45). С. 37–45. [Ю. А. Kuznetsov, S. E. Markova, “Mathematical models for the dynamics of innovation technology generation change”, (in Russian), in *Vestnik Nizhegorodskogo un-ta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Socialnye nauki*, no. 1 (45), pp. 37–45, 2017.]

12. **Маевский В. И.** Эволюционная теория макрогенерации и неравновесные процессы // Очерки по экономической синергетике. М.: ИЭ РАН, 2017. С. 31–46. [V. I. Maevskiy, "Evolutionary theory of macrogeneration and nonequilibrium processes", (in Russian), in *Essays on Economic Synergetics*. Moscow: IE RAN, 2017.]

13. **Норт Д.** Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. [D. North, *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, (in Russian). Moscow: Fond ekonomicheskoy knigi «Nachala», 1997.]

14. **Полтерович В. М.** Элементы теории реформ. М.: Экономика, 2007. 447 с. [V. M. Polterovich, *Elements of the theory of reforms*, (in Russian). Moscow: Ekonomika, 2007.]

15. **Попов Е. В.** Институты: монография. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2015. 710 с. [E. V. Popov, *Institutes: Monograph*, (in Russian). Ekaterinburg: IE UrO RAN, 2015.]

16. **Синельников Б. М., Горшков В. А., Свечников В. П.** Системный подход в научном познании. М., 1999. 388 с. [B. M. Sinelnikov, V. A. Gorshkov, V. P. Svechnikov, *A systematic approach in scientific knowledge*, (in Russian). Moscow, 1999.]

17. **Сухарев О. С.** Экономическая теория эволюции институтов и технологий (проблемы моделирования в эволюционной теории и управлении). М.: ЛЕНАНД, 2019. 312 с. [O. S. Sukharev, *Economic theory of the evolution of institutions and technologies (modeling problems in evolutionary theory and management)*, (in Russian). Moscow: LENAND, 2019.]

18. **Hirooka M.** Innovation Dynamism and Economic Growth: A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, 2006. [M. Hirooka, *Innovation Dynamism and Economic Growth: A Nonlinear Perspective*. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2006.]

ОБ АВТОРЕ

НОВИКОВ Сергей Владимирович, доц., проф. каф. налогов и налогообложения. Дипл. экономист (УГАТУ, 1999). Канд. экон. наук по упр. разв. машиностроит. комплекса региона по соц.-экономич. критериям (2002). Заслуженный экономист РБ. Ректор УГАТУ.

METADATA

Title: Functional parameters of the technical university in the communicative model of the national innovation system.

Author: S. V. Novikov

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: rector@ugatu.su

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 24, no. 4 (90), pp. 126-132, 2020. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: The article discusses the concept of an engineering and technical university as a functional and logistic center of the scientific and educational system of a country/region, in the dynamics of its system communications. A particular problem of innovation management is investigated in order to determine the functional location and communicative parameters of an engineering and technical university in the modern innovation system of the

country and the region. The analysis of the communicative model of interaction between the state, business community, society and the university is presented. During implementing the tasks of innovative development of the economic system of the country and the region, the activities of the university will be determined by a group of external (exogenous) and internal (endogenous) factors.

Key words: University of Engineering and Technology; national innovation system; cognitive environment; exogenous and endogenous factors.

About author:

NOVIKOV, Sergey Vladimirovich, Assoc., Prof., Dept. of Taxes and Taxation. Dipl. in Economics (UGATU, 1999). Cand. of Economic Sciences in management of development of the machine-building complex of the region according to socio-economic criteria (2002). Honored Economist of the Republic of Bashkortostan. Rector of UGATU.