

4. Kuzniecowa, W. G. Problem zasilania energii w systemach zasilania trakcji elektrycznej [Text] / W. G. Kuzniecowa // Infrastruktura transportu. – 2012. – №3. – P. 38–40.
5. Ruibal, C. M. Forecasting the Mean and the Variance of Electricity Prices in Deregulated Markets [Text] : proc. of the power sys. / C. M. Ruibal, M. Mazumdar // IEEE Transactions. – 2008. – № 1. – P. 25–32.
6. Yunhe, H. Modeling of electricity prices [Text] : Intern. Conf. / H. Yunhe, H. Yang // Proceedings of the Green Circuits and Systems (ICGCS), 2010. – P. 549–554.
7. Zhengjun, L. Electricity price forecasting model based on chaos theory [Text] : 7th intern. conf. / L. Zhengjun, Y. Hongming, L. Mingyong // Proceedings of the Power Engineering Conference: IPEC, 2005. – P. 1–449.
8. Hui-Jen, C. Optimization of inverter placement for mass rapid transit systems using genetic algorithm [Text] : proc. of conf. / C. Hui-Jen, C. Chao-Shun, L. Chia-Hung, C. Shi-Hong // Transmission and Distribution Conf. and Exhibition. Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES, 2005. – P. 1–6.
9. Miyatake, M. Numerical analyses of minimum energy operation of multiple trains under DC power feeding circuit [Text] : european Conf. / M. Miyatake, H. Ko // Proceedings of the Power Electronics and Applications, 2007. – P. 1–10.
10. White, R. D. AC/DC railway electrification and protection [Text] / R. D. White // Proceedings of the Electric Traction Systems, 2008: IET Professional Development course, 2008. – P. 258–305.
11. Kothari, D. P. Power system optimization [Text] / D. P. Kothari, J. S. Dhillon. – New Delhi: Prentice Hall of India, 2007. – 572 p.
12. Киреева, Э. А. Рациональное использование электроэнергии в системах промышленного электроснабжения [Текст]: Вып. 10 (22) / Э. А. Киреева. – М: НППФ “Энергопрогресс”, 2000. – 76 с.
13. Кузнецов, В. Г. Про коефіцієнт завантаження силових трансформаторів тягових підстанцій залізниць [Текст] / В. Г. Кузнецов // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2009. – № 26. – С. 56–59.
14. Кузнецов, В. Г. Комп’ютерна програма “Автоматизована система раціональних систем тягового електропостачання” [Текст]: Свідчення про реєс. автор. права на твір / В. Г. Кузнецов, В. І. Шинкаренко, Н. В. Коваленко. – Зареєс. 03.12.12. – № 46611К. – ДСІВУ, 2012.

Стаття присвячена аналізу методів прогнозування розвитку транспортних систем та їх впливу на навколишнє середовище. Показана доцільність використання прогностичних моделей на початковій стадії планування. Для прогнозування транспортної роботи, використання енергоресурсів та викидів CO₂ запропоновано застосовувати модель ForFITS, за допомогою якої проведено первинний прогноз розвитку пасажирської транспортної системи України

Ключові слова: методи прогнозування, стійкі транспортні системи, модель ForFITS, викиди CO₂

Статья посвящена анализу методов прогнозирования развития транспортных систем и их воздействия на окружающую среду. Показана целесообразность использования прогностических моделей на начальной стадии планирования. Для прогнозирования транспортной работы, использования энергоресурсов и выбросов CO₂ предложено применять модель ForFITS, с помощью которой проведен первоначальный прогноз развития пассажирской транспортной системы Украины

Ключевые слова: методы прогнозирования, устойчивые транспортные системы, модель ForFITS, выбросы CO₂

УДК 656.078

АНАЛИЗ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

П. Ф. Горбачев

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой*

E-mail: gorbachev_pf@mail.ru

А. А. Самчук

Соискатель*

*Кафедра транспортных систем и логистики

E-mail: ane4kasamchuk@rambler.ru

Харьковский национальный автомобильно-
дорожный университет
ул. Петровского, 25, г. Харьков,
Украина, 61002

1. Введение

Роль транспорта в обеспечении устойчивого развития общества находится в фокусе современных

дискуссий. Транспорт имеет ключевое значение для эффективного функционирования экономики, обеспечения международной торговли. Мобильность населения является основной потребностью в 21-м веке,

т. к. с помощью общественного транспорта места работы и отдыха становятся доступными для населения, обеспечиваются социальные и учебные связи. Однако сегодня современные транспортные системы далеко не всегда можно считать устойчивыми, города по всему миру страдают от высокого уровня автомобилизации и связанными с ней заторами, загрязнением окружающей среды. Решение экологической проблемы является одной из ключевых тем для всех отраслей и для транспорта, в частности. В настоящее время выбросы парниковых газов от транспорта растут, несмотря на улучшение технологий перевозки грузов и пассажиров, повышение качества топлива. Эффект от улучшения экологических характеристик автомобилей и топлива нивелируется за счет роста объемов дорожного движения и повышения загрузки улично-дорожных сетей.

На рубеже столетий в качестве важнейшей задачи четко обозначилось обеспечение устойчивого развития всего человечества [1].

Первоочередным вопросом здесь является развитие устойчивых транспортных систем, которые способны удовлетворить потребности в мобильности людей, грузов и информации, при этом нанося минимальный вред окружающей среде. Задачей устойчивого развития транспорта является максимизация благосостояния людей и обеспечение здоровой и надёжной экономической, социальной и экологической основы, как для настоящего, так и для будущего поколений [2].

Совет министров транспорта ЕС [3], определяет устойчивую транспортную систему как такую систему, которая:

- обеспечивает доступность и удовлетворение потребностей отдельных лиц, компаний и общества надёжным передвижением, не нанося вреда здоровью человека и экосистемы, и способствует установлению принципа справедливости как внутри социальных групп и поколений, так и между ними;
- является доступной по средствам, работает чётко и эффективно, предлагает выбор альтернативных видов транспорта, поддерживает конкурентоспособность экономики, а также сбалансированность регионального развития;
- минимизирует выбросы вредных веществ и отходы на уровне возможности природы поглощать их, использует возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпа их восстановления, использует не возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпов развития возобновляемых заменителей, сводит к минимуму воздействие на используемую территорию, заботится о снижении шума.

Критическое значение загрязнения окружающей среды определило стратегическую важность долгосрочного прогнозирования энергопотребления и выбросов парниковых газов в масштабах отдельных регионов и стран. На основе этого сформировалось одно из самых серьезных направлений долгосрочного прогнозирования. Эту работу на постоянной основе финансируют или ведут непосредственно многие зарубежные организации.

Однако, несмотря на характер, масштаб проблем и их последствия, в Украине устойчивое транспортное планирование только начинает изучаться. Для Украины, как для страны, которая еще продолжает развиваться,

особенно важно составить прогноз. Ведь зная тенденции развития всех отраслей включая транспорт, возможно уже сейчас принять новые решения, внести коррективы в существующие планы и тем самым предпринять меры для достижения наилучших результатов.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Многие авторы занимались и занимаются проблемами прогнозирования развития всей экономики в целом или отдельных ее отраслей. К этому времени уже разработано достаточно большое количество методов, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками.

Анализ литературы показывает, что ученые не пришли к единой классификации методов прогнозирования, предлагая в своих работах собственное видение классификации. Например, авторы Садовничий В. А., Акаев А. А., Коротаев А. В., Малков С. Ю. выделяют в качестве основных методов прогнозирования следующие: экстраполяционный, экспертных оценок, интегральное макропрогнозирование, метод написания сценариев, математическое моделирование и циклическое прогнозирование [4].

А в работе [5] методы прогнозирования разделены на гениальное предвидение, экстраполяция тенденций, методы моделирования, метод, основанный на построении матрицы взаимного влияния, метод написания сценариев, построение «дерева целей» (решений), методы, основанные на выработке согласованных суждений, комбинированные методы.

В наиболее общем виде методы прогнозирования формируют две большие группы: интуитивные (экспертные) и формализованные. Мы предлагаем внести коррективы в данную классификацию и выделить отдельно комплексные методы и прогнозирование по объекту-аналогу, рис. 1.



Рис. 1. Классификация методов прогнозирования

Несмотря на то, что экспертные методы находятся где-то между искусством и наукой, развитые страны, такие как Германия, Япония, Великобритания активно используют популярный на данный момент времени метод Форсайт- технологий как инструмент для определения путей развития науки и техники и оценки их влияния на социально-экономическое развитие. Форсайт метод базируется на мнении и интуиции экспертов, суть его заключается в формировании согласованного представления специалистов о перспективах развития новых технологий [6].

Метод Форсайт, несмотря на распространенность, имеет ряд очевидных недостатков. Например, участники могут поддержать идеи более опытного или авторитетного эксперта. Нередко эксперт делает свое заключение, отклоняя новые факты, которые противоречат его мировоззрению. Субъективизм и возможные ошибки со стороны экспертов – характерные недостатки всех методов, базирующихся на экспертных оценках.

Невозможно не упомянуть серьезные научные прогнозы, созданные с помощью формализованных методов. Например, корпорация «Прайс Уотерхаус Куперс» (США) и их прогноз «Мир в 2050 году» [7], базирующийся на математическом моделировании на основе упрощенной модели эндогенного экономического роста с учетом развития человеческого капитала, прогноз корпорации «РЭНД» «Глобальная технологическая революция 2020» [8]. К сожалению, оценить точность этих прогнозов пока не возможно, а значительные затраты на их составление делают такие модели практически неприменимыми для использования в условиях Украины.

Строя математические макромоделли, Goldman Sachs (Dreaming With BRICs: The Path to 2050) [9] использует производственно функции Кобба – Дугласа:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}, \quad (1)$$

где Y – ВВП;

K – капитал;

L – рабочая сила;

A – технический прогресс или совокупная производительность факторов;

α – доля дохода.

Такое прогнозирование требует серьезного финансирования и наличия целого исследовательского коллектива и значительного объема информации, что является для наших современных условий существенным недостатком из-за отсутствия серьезного государственного финансирования научных проектов.

Метод эволюционно-вероятностного прогнозирования, предложенный Гавриловым Е. В. [10], усовершенствуется и дополняется молодыми учеными. Определено, что необходимо моделировать не функционирование транспортной системы, а ее эволюцию. Потапенко А. В. обосновала целесообразность использования эволюционно-вероятностного моделирования при определении этапов эволюции компонентов транспортной системы и продолжительности периодов замкнутого и разомкнутого состояний системы [11].

На этой основе разработана математическая прогнозная модель развития транспортной системы с учетом переменности ее компонентов на примере подсистемы «человек-автомобиль-среда». Недостатком данного метода является необходимость проведения большого количества наблюдений.

Для изучения и прогнозирования поведения сложных систем нередко используются методы математического моделирования, основанные на аналогиях. Примером могут служить разнообразные логистические кривые с асимптотическими пределами роста (S-образные кривые). Зная примерно точку, в которой находится изучаемый процесс на построенной S-образной кривой, можно судить о том, насколько он да-

лек от фазы насыщения. Методологическую трудность представляет определение этой точки и обоснование выбора используемой зависимости [12].

Коротаяев А. В. и его коллеги разработали компактные математические макромоделли технико-экономического и демографического роста, где численность населения участвует как эндогенная переменная [13]. Модель представлена следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= aS \cdot (1-L') \cdot N, \\ \frac{dS}{dt} &= b \cdot L^* \cdot N, \\ \frac{dL^*}{dt} &= c \cdot S \cdot (1-L^*) \cdot L^*, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где N – численность населения;

L^* – доля грамотного населения;

S – избыточный продукт на одного человека;

a, b, c – постоянные коэффициенты.

Чтобы данную модель можно было использовать для практического прогнозирования, она должна быть адаптирована к условиям постиндустриальной эпохи. Однако она не может быть применена для прогнозирования транспортных систем.

Основным и самым распространенным методом прогнозирования является экстраполяционный метод, основанный на предположении, что объект развивается согласно сложившимся тенденциям. Основная область применения экстраполяционных методов – это кратко- и среднесрочное прогнозирование. Считается, что при использовании таких методов в долгосрочном прогнозировании они приводят к значительным погрешностям.

Развитие науки и прогресс в мире IT-технологий вносит свои коррективы в методы прогнозирования. Мощные компьютеры и программы помогают специалистам проводить трудоемкие вычисления и моделировать сложные системы. В США разработаны специальное программное обеспечение для прогнозирования выбросов и изменений в климате, примерами самых известных из них являются NEMS, Markal-Macro, MiniCAM, GREET, TAFV [14]. Две последние, GREET, TAFV прогнозируют выбросы CO₂ только от личных автомобилей.

Данные модели способны прогнозировать выбросы в зависимости от изменений в транспортном секторе, однако для их обслуживания требуется специальное (коммерческое) программное обеспечение, мощные компьютеры и штат специалистов. Их использование требует значительного объема информации, полученной в результате продолжительных систематических наблюдений за многими и не только транспортными объектами, что в нашей стране на требуемом уровне еще не делается, что затрудняет использование данных моделей для Украины.

Естественно, что проблемой долгосрочного прогнозирования развития транспортного сектора и выбросов CO₂ занимаются не только в США. Члены Европейской экономической комиссии ООН разработали модель под названием ForFITS (For Future Inland Transport Systems). Модель ForFITS была создана с по-

мощью инструмента имитационного моделирования Vensim. Vensim является одной из нескольких коммерчески доступных программ, которые облегчают создание имитационных моделей, известных как модели системной динамики. Гибкость Vensim как инструмента для построения различного уровня и класса моделей позволяет отнести разработку к любому из уровней: микро или макро. ForFITS в качестве программного средства, позволит оценить транспортную работу, использование энергоресурсов и выбросы CO₂. Модель подходит для анализа региональных, национальных и локальных транспортных систем.

Результатом аналитического использования модели является прогноз развития транспортной сферы, который поможет лицам, принимающим решения в выборе и реализации политики по отношению к транспорту, мобильности, энергетике, предпринять меры для смягчения негативных последствий от выбросов CO₂.

Отдельного внимания заслуживает интегральное макропрогнозирование – крупнейшее достижение в развитии современных российских научных школ. Данный метод мы отнесли к комплексным, поскольку он строится на синтезе и системном развитии идей трех всемирно признанных ученых – теории предвидения и учения о циклах, кризисах и инновациях Кондратьева Н. Д.; цивилизационном подходе и учении о социокультурной динамике Сорокина П. А.; балансовых методах макроэкономического анализа и прогнозирования Нобелевского лауреата по экономике Леонтьева В. В. (что нашло отражение в оригинальных воспроизводственно-циклической и гецивилизационной макромоделях, стратегической и цивилизационной матрицах) [15]. Интегральное макропрогнозирование является очень наукоемким методом, сравнимым по требуемым ресурсам с американскими моделями и в связи с этим пока не может быть использован для прогнозирования отдельной отрасли (транспортной).

Завершает классификацию метод прогнозирования по объекту-аналогу. Очевидно, что прогнозировать развитие транспортной сферы и выбросы от ее деятельности на макроуровне практически невозможно с помощью метода прогнозирования по объекту-аналогу, поскольку трудно найти идентичные страны, в которых одинаково развит транспорт и экономика.

Самым простым и понятным примером прогнозирования по объекту-аналогу является составление долгосрочных прогнозов погоды. Суть метода заключается в следующем: строится синоптическая карта, а затем происходит поиск карт-аналогов за прошлые годы. Прогноз строится на предположении, что развитие атмосферных процессов будут протекать аналогично выбранному периоду-аналогу [16]. Такой метод нередко имеет серьезную погрешность, и долгосрочные прогнозы погоды часто не оправдываются, хотя при этом на сегодняшний день природные явления достаточно изучены, каждый год улучшаются средства для сбора информации, соответственно качество данных растет, а синоптики используют мощнейшие компьютеры и программы. Соответственно, становится понятным, что вопрос долгосрочного прогнозирования развития социально-экономических явлений как еще более сложная задача, чем прогнозирование природных явлений

вряд ли может претендовать на большую точность прогноза.

В настоящее время, когда на первый план выходят проблемы долгосрочного стратегического планирования и прогнозирования, ощущается дефицит методов (моделей), которые могли бы отвечать требованию достоверности прогноза. К сожалению, макропрогнозирование находится в сложном состоянии, а экономические потрясения 2008 года являются подтверждением этого. Упадок мировой экономики не был предсказан, несмотря на наличие большого количества разнообразных моделей.

Анализ существующих методов выявил тенденцию к постоянному усложнению современных методов. Авторы стремятся учитывать как можно больше факторов, их модели приобретают все более глобальные масштабы, состоят из огромного числа переменных. Однако при подробнейшем описании объекта оказывается, что точность не повышается, т. к. теряются и запутываются связи между факторами прогноза.

Для преодоления указанной проблемы необходимо пересмотреть принципы, положенные в основу макропрогнозирования. Необходимо не допустить усложнения моделей, сделать их более понятными и явными, но при этом необходимо не утратить, а увеличить уровень их системности. При этом нужно по возможности минимизировать количество переменных, чтобы обеспечить прозрачность моделирования.

3. Цель и задачи исследования

На сегодняшний день макромоделей для долгосрочного компьютерного моделирования, которые являются самым мощным инструментом для стратегического планирования, только начинают развиваться и считать, что их использование приведет к достоверным результатам пока еще рано. В нашей стране методы стратегического планирования работы экономики в целом и транспортных систем в частности пока еще не вышли на приемлемый уровень развития и поэтому первостепенной задачей для транспортной системы Украины является построение понятного и правдоподобного прогноза ее состояния в обозримом будущем. Такой прогноз является хорошей основой для начала долгосрочного планирования, а для его построения не требуется использование самых сложных математических моделей. Вполне достаточно прогностической модели, основанной на существующих тенденциях развития отраслей. В наибольшей степени для этих целей подходит ForFITS, которая является самой современной моделью для прогнозирования развития транспортных систем и выбросов CO₂. Для ее широкого применения необходимо исследовать возможности получения исходной информации для прогнозирования и оценить основные свойства модели.

4. Оценка возможности использования модели ForFITS для Украины

ForFITS создана для оказания методической помощи правительствам различных стран в сфере оценки влияния транспортных систем на окружающую среду

[17]. Эта модель распространяется на условиях free-ware, то есть для ее получения не требуется никаких выплат правообладателю. Формат ввода данных в Microsoft Excel не только облегчает понимание данных, упрощает процедуру ввода, но и позволяет вносить изменения в заложенные в пакете закономерности, что существенно повышает гибкость моделирования. Благодаря разработке ForFITS, специалисты в области транспорта могут лучше изучить влияние таких факторов как экономическое развитие, демографическое развитие (в том числе урбанизация), рост цен на энергоносители, наличие новых технологий и затраты. ForFITS также рассматривает влияние политических инструментов, среди которых основными являются налогообложение и субсидии на транспортные средства, топливо и дорожное пользование, структурные изменения в пассажирских и грузовых перевозках. Модель позволяет, изменяя входящие данные, составлять прогнозы для разных сценариев развития и сравнивать результаты. Результаты прогнозирования можно представить в виде графиков или численных показателей для каждого года выбранного периода прогнозирования.

Также необходимо упомянуть, что модель охватывает пассажирский и грузовой виды транспорта, прогнозирование можно осуществлять как для городских территорий, так и для сельской местности. В модели рассматриваются 9 видов транспорта (включая немоторизованные виды, велосипеды, автомобили, железнодорожный транспорт и т.д.), разделенные на 6 классов от А до F.

Модель требует достаточно большого массива данных. Необходимость в значительном объеме статистических данных может стать проблемой при использовании модели ForFITS в Украине, однако здесь можно выделить различные группы данных, которым нужно уделять разное внимание и получить приемлемые оценки для исходных данных.

Для организации работы, все данные, используемые для описания входов модели, возможно, разделить с точки зрения их необходимости и характера. По необходимости данные разделяются на 4 группы: М, А, В, С. Расшифруем каждую группу.

М – абсолютно необходимые данные.

А – это входящие параметры, которые вводятся пользователем (значения по умолчанию указаны в модели ForFITS). Эта категория включает в себя входы, связанные с политикой в области транспорта в стране, позволяющие исследовать различные сценарии развития транспортных систем.

Группа В содержит техническую информацию (например, технологический потенциал и потребление топлива по видам транспорта). Эти данные могут быть сохранены без изменений, т.к. значения по умолчанию установлены на основе научно-исследовательских работ, обзоров литературы и статистики.

К группе С относятся входящие параметры, связанные со структурными характеристиками модели. Изменения в этих входах приведет к существенным изменениям в функционировании модели.

По характеру данные целесообразно разделить их на социально-экономические, технические и корректировочные (коэффициенты, индексы).

К социально-экономическим данным относятся:

- численность населения и его прирост;
- ВВП, рост и дефлятор ВВП;
- уровень дисконтирования;
- показатели затрат на перевозку: стоимость транспортных средств (ТС); стоимость топлива; стоимость работы персонала;

– другие показатели.

Эти данные для Украины могут быть оценены относительно просто и с достаточной степенью точности.

Техническими данными являются:

- распределение ТС (по классам);
- средний годовой пробег ТС по классам;
- средняя наполняемость ТС;
- количество новых (зарегистрированных) ТС в предыдущие периоды;
- потребление топлива.

Для получения показателей использования транспортных средств в Украине требуется проведение самостоятельных исследований, но на первом этапе оценки возможностей модели может хватить экспертной оценки их значений.

Корректировочные коэффициенты и индексы представляют собой наиболее сложную для оценки часть исходных данных. Основными из них можно считать:

- транспортный индекс;
- индекс окружающей среды;
- индекс технологического потенциала.

Эти показатели не могут быть оценены статистически из-за отсутствия соответствующих методик, кроме того они несут в значительной степени калибровочный характер. Поэтому, прежде чем давать им численную оценку необходимо определить степень влияния каждого из них на результаты прогнозирования, что целесообразно сделать с помощью эксперимента.

Существенным плюсом модели ForFITS является наличие данных для составления прогнозов развития транспортных систем и выбросов CO₂ в таких странах как Франция, Черногория, Венгрия, Чили и др. Положительные примеры использования модели не только подтверждают целесообразность ее применения, но также создают информационную базу для подготовки новых моделей, в т. ч. и для Украины.

Первоначальные расчеты в модели ForFITS параметров развития пассажирской подсистемы транспорта Украины, которая включает в себя все виды индивидуального моторизованного и немоторизованного транспорта, а также основные виды общественного транспорта от такси до самолетов показали, что сложившиеся за годы независимости тенденции приводят к отрицательной динамике основных валовых показателей работы отрасли. Долгосрочный прогноз при этом по ряду показателей переходит в отрицательную область. Основной причиной тому является первоначальный уровень оценки исходных данных, зачастую экспертным методом, что не позволяет проводить обоснованную калибровку модели. Поэтому вначале необходимо сформировать надежную и обоснованную информационную базу для проведения расчетов.

Кроме того, еще необходимо провести экспериментальные исследования степени влияния каждого из исходных факторов на результаты прогнозирования, для определения приоритетов в изучении характеристик транспортной системы Украины.

5. Выводы

Сложившаяся в Украине ситуация, не позволяющая выполнить высокие требования сложных математических моделей для планирования развития транспортных систем, диктует необходимость использования на начальной стадии планирования прогностических моделей, которые способны обеспечить реальную оценку основных параметров функционирования отрасли при сохранении сложившихся тенденций развития. Хорошим средством составления такого прогноза является программа ForFITS, разработанная Европейской Экономической комиссией Организации

Объединенных Наций и имеющая примеры успешного использования в ряде стран.

Однако, использование этой модели для Украины, которая находится на этапе перестройки экономики, показало, что существующие в транспортной отрасли тенденции приводят к чрезмерно пессимистическому долгосрочному прогнозу развития пассажирского транспорта в модели ForFITS. Для получения реального прогноза необходимо провести углубленные исследования всех входных параметров модели, оценить степень влияния каждого из параметров на результат прогнозирования и сократить сроки прогноза до 15 – 20 лет.

Литература

1. Медоуз, Д. Пределы роста: 30 лет спустя [Текст] / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз; под ред. Г.А. Ягодина и Н. П. Тарасовой; пер. с англ. – М.: Академкнига, 2008. – 342 с.
2. Екологічні вимоги до транспорту в Європейському Союзі [Електроний ресурс] / Міністерство юстиції України. – Режим доступу: <http://www.minjust.gov.ua/6957/> – 21.01.2014 г. – Загл. з екрану.
3. Todd, Litman Sustainable Transportation and TDM. Online TDM Encyclopedia [Text] / Litman Todd. – Victoria Transport Policy Institute. – Available at: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm67.htm>. – 28.08.2013.
4. Садовничий, В. А. Моделирование и прогнозирование мировой динамики [Текст]: учеб. / В. А. Садовничий, А. А. Акаев, А. В. Кортаев, С. Ю. Малков / Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социологиязнания». – М.: ИСПИ РАН, 2012. – 359 с.
5. Кузык, Б. Н. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование [Текст]: учеб. / Б. Н. Кузык, В. И. Кушлин, Ю. В. Яковец; 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Экономика, 2011. – 604 с.
6. Салимьянова, И. Г. Форсайт как инструмент определения приоритетных направлений науки и технологий [Электронный ресурс] // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 1 – С. 95–97. – Режим доступа: www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=6724 // – 24.02.2014. – Загл. с экрана.
7. Pricewaterhouse, Coopers. The World in 2050. The perspectives of development of the economics of the countries with developing markets in process and competition of OECD [Text] / Coopers Pricewaterhouse, 2006. – 22 p.
8. Richard, S. RAND, The global technology revolution 2020: in depth analyses: [Text] / S. Richard, S. Philip, D. Howell, A. Wong. – RAND, 2006. – 314 p.
9. Wilson, D. Dreaming with BRICs: The Path to 2050 [Text] / D. Wilson, R. Purushothaman. – Goldman Sachs Global Economics Paper 99, 2003. – 24 p.
10. Гаврилов, Е. В. Управління системами та системний аналіз [Текст] / Е. В. Гаврилов. – Харків: Прапор, 2000. – 316 с.
11. Потапенко, А. В. Розробка моделі прогнозування розвитку транспортних систем з урахуванням змінності їх компонентів [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / А. В. Потапенко. – Харків, 2012. – 20 с.
12. Кузык, Б. Н. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование [Текст]: учеб. / Б. Н. Кузык, В. И. Кушлин, Ю. В. Яковец; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 2008. – 575 с.
13. Кортаев, А. В. Законы истории: математическое моделирование исторических макропроцессов: демография, экономика, войны [Текст]: учеб. / А. В. Кортаев, А. С. Малков, Д. А. Халтурина. – М.: Комкнига. – 2005. – 343 с.
14. U.S. Transportation Models Forecasting Greenhouse Gas Emissions: An Evaluation from a User's Perspective [Text] / BTS Publications. – Journal of Transportation and Statistics – 2011. – Vol. 08, № 2. – Available at: http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/publications/journal_of_transportation_and_statistics/volume_08_number_02/html/paper_04/index.htm/.
15. Интегральное макропрогнозирование [Электронный ресурс] / Международный институт Пиритима Сорокина-Николая Кондратьева. – Режим доступа: <http://www.change.newparadigm.ru/change4.htm/> – 17.01.2014. – Загл. с экрана.
16. Погосян, Х. П. Атмосфера земли [Текст]: учеб. пособие / Х. П. Погосян, З. Л. Туркетти. – М.: Просвещение, 1970. – 320 с.
17. For Future Inland Transport Systems (ForFITS) [Electronic resource] / United Nations Sustainable Development Knowledge Platform. – Available at: <http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=1006&menu=32&nr=2347>.