

model of water management: approaches to the construction, the choice of data storage and processing means, the practical results] // Problemy regional'noj ehkologii, 2012. № 2. – Pp. 42–47.

7. *Petina M.A., Lebedeva M.G.* Geoinformacionnoe i kartograficheskoe obespechenie ocenki sostoyaniya vodnyh resursov staroosvoennogo regiona (na primere Belgorodskoj oblasti) [GIS and cartographic support for assessing the state of water resources staroosvoennyh region (on the example of the Belgorod region)] / Materialy Mezhdunarodnoj konferencii: Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie (23–24 iyulya 2014 g.). –Belgorod: izd-vo «KONSTANTA», 2014. Pp. 311–315.

8. *CHendev Yu.G., Petin A.N.* Estestvennye izmeneniya i tekhnogennaya transformaciya komponentov okruzhayushchej sredy staroosvoennyh regionov (na primere Belgorodskoj oblasti) [Natural and man-made changes in the transformation of the environment components staroosvoennyh Regions (on the example of the Belgorod region).] – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2006. – 123 p.

9. *Furmanova T.N., Petin, A.N., Petina M.A.* Technique of the complex geological evaluation of state of natural environment under the influence of open mining of the common minerals (cm) / Technische Univtrrsity Bergakademie Freiberg, Germany: Scientific Peports on Resource Issues, 2014. Volume 1. Pp. 355–360.

10. *Petina M.A., Lebedeva M.G., Kovalenko A.N.* Regional pollution of groundwater under the influence of the mining industry (on the example of the Belgorod region / Scientific Peports on Resource Issues Publisher: Technische Universiti Bergakademie Freiberg, 2015. Volume 1, Inovations in Mineral Resource Vaule Chain. Pp. 343–348.

УДК 528.7, 612.087.1

К.А. Аблязов¹, Л.К. Аблязов², Р.А. Сингатулин³

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ МОБИЛЬНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СИСТЕМА

Резюме. На сегодняшний день существует значительный класс персонализированных мобильных систем (*m-Health*) для осуществления контроля за здоровьем человека. Эти персонализированные системы разработаны для дистанционного сбора различных медико-биологических данных человека и в основном используются с диагностическими целями. Подобные системы являются пассивными средствами измерения, контроля и сбора медико-биологической информации и имеют ограниченный класс решаемых задач. Появляющийся новый класс персонализированных медико-биологических систем на основе расширенных технологий предусматривает более активное взаимодействие носимых биодатчиков, медикаментозных средств и человеческого организма, более широкую интеграцию баз биомедицинской информации, систем глобального позиционирования и нейронно-сетевого взаимодействия со стационарными медицинскими центрами в режиме реального времени.

Ниже рассматривается концепция персональной медицины с использованием мобильной технологий и систем спутникового позиционирования. Приводится описание одного из разрабатываемых проектов в лаборатории информационных технологий Саратовского государственного университета персональной дистанционно-неинвазивной медицинской системы на основе мобильных приложений.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, базовая архитектура, персонализированная медицина, дистанционная диагностика, мобильные медицинские системы.

¹ Фирма «Нарат-К»; e-mail: main@narat.ru.

² Саратовский государственный университет; e-mail: labsgu@mail.ru.

³ Саратовский государственный университет; e-mail: rtulin@rambler.ru.

Введение. Современное цивилизационное пространство развивается динамично. Глобализация в сфере новых промышленных технологий и транспорта приводит к необходимости осваивать новые рынки, новые страны, новые территории. Трансконтинентальные перелёты, скоростные железнодорожные магистрали, автобаны и другие новшества современной цивилизации способствуют массовому перемещению, миграции населения. Но за очевидным прогрессом следуют другие проблемы, затрагивающие здоровье и жизнь миллиардов людей. Это неблагоприятная экологическая обстановка, загрязнение окружающей среды, природные катаклизмы, локальные войны и конфликты, болезни, эпидемии, голод, отсутствие качественной медицинской помощи, лекарств и чистой воды. Не самое лучшее наследство, которое цивилизационное общество принесло в XXI в. Вместе с тем, нельзя не отметить значительные успехи технического прогресса в области профилактики и лечения наиболее опасных заболеваний, глобальных эпидемий, голода. Применение компьютерных технологий в области здравоохранения привело в последние годы к созданию мощных диагностических систем для длительного мониторинга и записи большого объёма различных медико-биологических сигналов. Такие диагностические системы были созданы для стационарного использования и ориентированы для длительного непрерывного наблюдения за пожилыми людьми, тяжелобольными, с возможностью подробного анализа записанных сигналов. Аналогичные системы, но в более простой программной-аппаратной конфигурации, используются для промежуточного амбулаторного состояния больных.

Интенсивно развивается область мобильных спортивно-профилактических устройств и приложений для сотовых телефонов, предназначенных для решения ограниченных медико-биологических задач индивидуального применения (фитнес-трекеры, спорт-органайзеры, мобильные измерители сердечного ритма, давления, уровня глюкозы в крови).

Отдельного рассмотрения заслуживают мобильные системы персонализированной медицины, потенциал которых изначально был ориентирован для применения в авиационной и космической медицине. Многие технические наработки космической медицины сейчас доступны и для гражданского применения. Персональная медицина позволяет выполнить задачи в соответствии с индивидуальными особенностями пациента. Для работы системы используются мобильные приложения и инфраструктура сотовой связи, системы глобального позиционирования, сети Wi-Fi, Bluetooth, NFC.

Вместе с тем от систем мобильной медицины требуются качественная диагностика, которую можно получить лишь при использовании высокотехнологичных решений. Для этого необязательно использовать стационарные высокобюджетные или мобильно-транспортные диагностические системы. Вполне реален централизованный подход к персонализированной медицине, в создании специализированных центров с использованием доступных сетей связи и систем глобального позиционирования. Ограничение возможностей мобильной персонализированной системы в настоящее время не является проблемой. Разработка и улучшение методов оперативной мобильной диагностики является важной задачей на пути совершенствования механизма персонализированной системы: метода привязки сигнала к пространственно-временному континууму, возможностью оптимизации различных процессов с использованием многопоточной архитектуры, индивидуального комплектования системы в зависимости от картины заболевания пациента. Широкое внедрение персонализированной медицины в практику здравоохранения может оказать существенное влияние на диагностику и лечение сердечно-сосудистых заболеваний, онкологию, в том числе и при ошибочной диагностике или неправильному лечению [Arevalo and other, 2016].

Мобильная медицина это не просто интеграция мобильных технологий в медико-биологическую сферу, это новое направление, это следующий эволюционный шаг цивилизационного социума при лечении человека, следующий после профилактической и партисипаторной медицины (рис. 1).

Успехи современной диагностики, по выражению Бертрана Рассела, не в том, что практически не осталось здоровых людей, а в том, что в алгоритм диагностики не заложен механизм многопоточковых изменений различных фазовых состояний органов человека от различ-

ных внешних факторов. Такие измерения достаточно сложно проводить в стационарных условиях. Медицинская наука слишком долго развивалась на принципах статичности, неподвижности и изоляции больного от внешнего мира, создания большого многообразия стационарных медицинских учреждений (госпиталей, клиник, хосписов, реабилитационных центров и пр.). Природа человека такова, что он постоянно в движении, находится в полях внешних и внутренних воздействий. Очевидно и лечение должно отвечать этим требованиям. Необходимо учитывать все деструктивные воздействия на организм человека в реальном режиме времени и его точное местоположение. В этом отношении мобильная медицина способна внести существенный вклад в расшифровку общей картины заболевания пациента. При этом мобильная медицина не противопоставляется, а дополняет классическую медицину. За мобильной медициной стоит не столько профилактика, сколько ранняя диагностика, сбор статистических данных, контроль промежуточного состояния организма человека и его отдельных органов в целом. На сегодняшний день мобильные технологии позволяют существенно уменьшить нагрузку на стационарные лечебные учреждения и снизить стоимость страховки.

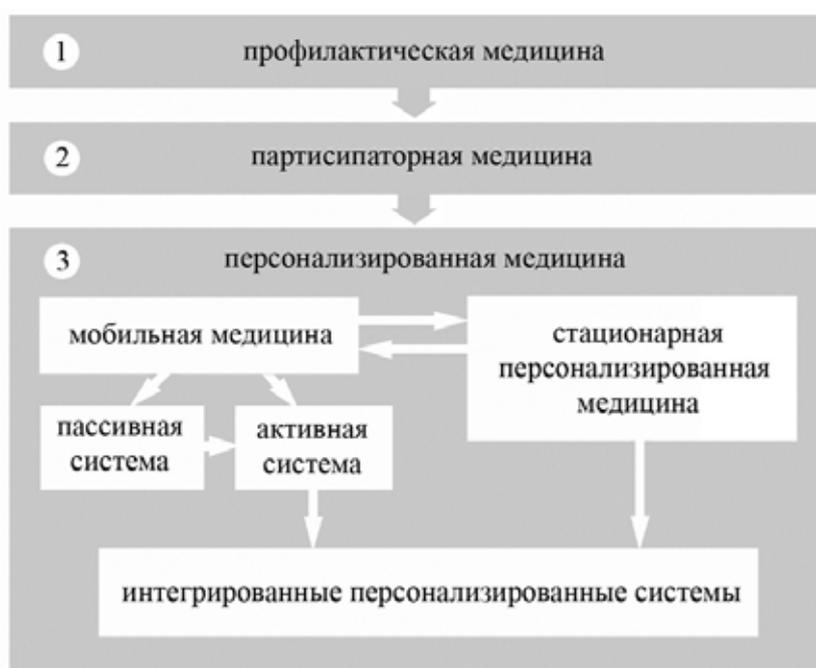


Рис. 1. Структура персонализированной медицины

Технологические возможности мобильной медицины предполагают дистанционно контролировать важнейшие диагностические процессы и получать данные мгновенно, например, при проведении контроля анализа методом ПЦР (полимеразная цепная реакция) в режиме реального времени или в сигнализирующем режиме предупреждения тромбофилии, спазмов, сердечных приступов. Применение мобильной медицины предполагает использование новых молекулярно-диагностических технологий (нанодиагностика, микроРНК диагностика, молекулярная визуализация), а также перспективу применения метаболической инженерии.

Материалы и методы исследований. Мобильная медицина это технология, прежде всего рассчитанная на использование возможностей сотовой связи и систем глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС). Создание сетевой инфраструктуры мобильной медицины потребует обслуживания различных электронных устройств: генетических микрочипов, нанороботов, диагностических устройств. Взаимодействие между базовыми технологиями, получившей название NBIC-конвергенция, неизбежно приведёт к интеграции человека с вычислительными машинами (взаимодействия с нейронными сетями), значительного увеличения возможностей человеческого организма за счёт биотехнологий [Kurzweil, 2005]. В гло-

бальной перспективе человечество посредством мобильной медицины, NBIC и GIS-технологий ожидает интеграция в единый планетарный организм.

Современная реализация носимых устройств для мобильной медицины является предметом отдельных конструктивных решений, которые ориентированы на узкий круг поставленных задач, с учётом ограничений межсетевого обмена, мобильности, специализированных центров обработки, банков данных.

Комплексное решение предлагают компании Salutron, Samsung, Philips и другие. Предполагается создание специального биочипа, который будет обслуживать несколько датчиков для контроля за состоянием здоровья. Устройства позволят снимать электрокардиограммы (ЭКГ), регистрировать кожно-гальванические реакции и проводить анализ крови методом фотоплетизмограммы в режиме реального времени.

Другие современные подходы, например, проект Scanadu развивается не на одном конкретном диагностическом методе, а на облаке данных, которое получается при использовании различных сенсоров. По-видимому, что такие решения могут быть эффективными в отдельном секторе медико-биологических приложений (при отдельной диагностике), но их ценность в общей системе здравоохранения будет менее результативной.

Вместе с тем, мобильная медицина (m-Health) является одной из форм персонализированной медицины (e-Health). Персональная медицина опирается на индивидуальные особенности пациента, но при этом может использовать мобильные приложения и инфраструктуру сотовой связи, сетей Wi-Fi, Bluetooth, NFC, а также систем GPS, ГЛОНАСС. Персонализированная медицина предполагает выполнять класс задач, прежде всего в соответствии с фенотипом пациента. Так, персональная 3D-модель сердца будет диагностировать болезни лучше, чем врачи [Martin A Makary and other, 2016].

Персонализированная медицина предполагает выполнять класс задач, прежде всего в соответствии с генетическими особенностями пациента. К сожалению, учесть все генетические особенности пациента и контролировать их изменения в режиме реального времени с помощью мобильных устройств является достаточно сложной технической проблемой, прежде всего из-за высокой стоимости таких информационно-измерительных систем.

Требования персональной медицины для мобильных технологий является главной задачей на пути совершенствования принципов диагностики и лечения. Слабым местом мобильной медицины может стать сетевой обмен между распределёнными системами сбора информации, центром обработки данных и системами с обратной связью (дозировка лекарств, впрыск инсулина, стимулирующий электроразряд). Реализация этих требований при передачи данных в многозадачной среде связано с оптимизацией процесса с использованием многопоточковой архитектуры, метода привязки сигнала ко времени и географическим координатам. Все методы обнаружения и коррекции ошибок, независимо от их изощренности и эффективности, будут основаны на избыточности [Хаммель, 1996]. Необходимая буферизация используется для оптимизации работы с потоковыми данными, которая производит циклическую обработку элементов буфера аппаратуры и тем самым ускоряет работу с данными, и освобождает процессорное время для выполнения других задач. Конструктивное решение может заключаться в использовании дополнительных каналов связи через каналы Wi-Fi, организацией мобильных точек доступа и ретрансляторов (переносные системы, воздушные шары, дроны, низкоорбитальные спутниковые системы). Использование в системе персонализированной медицины сопровождающих дронов (наземного или воздушного базирования), является вполне приемлемым и перспективным решением. Это не только сопровождение пациента, мониторинг, организация точки доступа, ретрансляция, но и срочная адресная доставка необходимого груза (лекарств, ингалятора, дефибриллятора, кислородной подушки, тест-анализов). Использование дронов значительно расширяют возможности мобильной медицины по внешнему мониторингу пациента. Кроме того, в системе внешнего мониторинга за состоянием пациента могут использоваться стационарно-размещённые, публичные web-камеры, которые будут автоматически взаимодействовать с конкретным мобильным устройством, оснащённым системой глобального позиционирования, при его появлении в поле зрения камер.

Выработка стандартов диагностики и лечения для мобильной медицины, включающая индивидуальный подход, подразумевает создание специализированных компьютерных программ, с подключением каналов связи для консультаций с врачами разных специальностей. Индивидуальное комплектование мобильного комплекса для конкретного пациента производится в зависимости от картины заболевания и от его местопребывания.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время мобильная медицина представлена значительным числом разработок различных фирм и компаний. Все предложенные разработки направлены на повышение качества жизни, уровня медицинского сервиса, индивидуальных предпочтений, постепенно сближаются с технологиями «умного дома» в рамках единой концепции Интернета вещей (Internet of Things). Большинство реализованных проектов направлено на мониторинг пациентов с хроническими заболеваниями, детей, пенсионеров и инвалидов. Отдельные медицинские системы способны запускать процессы, относящиеся к автоматизации измерений, системы мониторинга жизненных показателей, экстренного вызова врача, оказание первой доврачебной помощи и некоторые другие опции. Осуществляется реализация мобильной медицины и по другим направлениям.

В лаборатории информационных технологий гуманитарных и естественно-научных исследований Саратовского государственного университета при участии кафедры «приборостроение» Саратовского государственного технического университета и фирмы «Нарат-К» (г. Саратов) в течение нескольких лет успешно реализуется исследования по созданию персональной сопровождающей дистанционно-неинвазивной медицинской системы на базе мобильных приложений (для платформы Android) [Singatulin and other, 2015]. Основная функция разрабатываемой системы: профилактика, восстановительная медицина, диагностика физиологических данных (по 12 параметрам) в режиме реального времени, оперативное оповещение критических режимов, двигательная стимуляция. На базе апробированных решений была реализована модель канала обратной связи в обучающей системе, ориентированную на автоматизацию учебного процесса [Veshneva and others, 2015].

Особенностью разрабатываемого комплекса является интегрированный модуль внешнего визуального контроля двигательных функций на базе фотограмметрических web-камер, обеспечивающих качественную диагностику типичного и атипичного моторного паттерна. Используются как стационарно размещённые web-камеры, так и камеры, установленные на летающих платформах (дрон связи и сопровождения). Диагностическая система осуществляет привязку объектов или фрагментов изображений полученных с web-камер к системе координат путем автоматической идентификации их с соответствующими фрагментами из базы данных. Реализация предлагаемой системы рассчитана при диагностике типичного моторного паттерна, неоптимального динамического стереотипа, атипичного моторного паттерна и других случаев. Система предназначена для пациентов находящихся в активном движении (в режиме реального времени), для профилактической диагностики вероятности развития заболевания опорно-двигательного аппарата (оценка продолжительности бессимптомного периода). Кроме внешнего модуля сопровождения (использование камер общегражданского доступа, использование летающей или передвижной платформы), в системе предусмотрена электростимуляция и другие средства дистанционного воздействия на пациента. Комплектация носимого комплекса может меняться в зависимости от поставленных задач (рис. 2).

В состав стандартной базовой системы входит: мобильное устройство с поддержкой ГЛОНАСС или GPS, компактный носимый жилет с интегрированной системой сенсоров и элементов активного воздействия, вычислительное устройство, блоки коммутации и питания. Внешняя поддержка включает: банк данных, оперативный центр управления, сервер поддержки, специальное программное обеспечение. Вес носимого комплекта – 1,1 кг, время активной работы системы без подзарядки составляет более 36 часов. В качестве дополнительной опции предусматривается использование малогабаритного дрона связи и сопровождения.



Рис. 2. Персональная сопровождающая дистанционно-неинвазивная медицинская система. Визуализация пациента на карте и в режиме web-сопровождения

Преимущества: высокая точность измерений, простота применения и высокая степень автоматизации, оперативность (диагностика производится в режиме реального времени).

Рассматриваются возможности дальнейшего усовершенствования апробированной системы мобильной медицины, распространении предлагаемого подхода для решения более сложных задач.

Выводы. В ближайшие годы можно ожидать появление продвинутых мобильно-ориентированных решений в области оказания медицинских услуг. Существенно возрастёт спрос на тематические услуги мобильной медицины не только от пациентов с хроническими заболеваниями или проходящими период реабилитации, но и от представителей научно-исследовательского сектора, военных, работников образования, сотрудников различных консалтинговых корпораций, операторов сложных технологических производств, IT-менеджеров и представителей других профессий.

Вместе с тем, современная потребительская неготовность является сдерживающим фактором развития рынка мобильной медицины. Основными критериями сдерживающими мобильную медицину является неосведомлённость о возможностях технологии, вопросы конфиденциальности и защиты данных, безопасность функционирования и стоимость. Создание промежуточного класса доступных мобильных систем для персональной интерактивной диагностики, профилактики и реабилитационной поддержки в настоящее время является приоритетным направлением при разработке систем мобильной медицины, перспективы дальнейшей интеграции с центрами обработки персональной медико-биологической информации. Прорыв в таких областях как геномика, протеомика, метаболомика и других перспек-

тивных направлений с использованием интегрированных систем глобального позиционирования и развёртывание дополнительных каналов связи, открывают возможности для создания глобального банка биомедицинских данных, учитывающих индивидуальные особенности каждого конкретного человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаммель Р.Л. Последовательная передача данных. М.: МИР, 1996.
2. Hermenegild J. Arevalo, Fijoy Vadakkumpadan, Eliseo Guallar, Alexander Jebb, Peter Malamas, Katherine C. Wu, & Natalia A. Trayanova. Arrhythmia risk stratification of patients after myocardial infarction using personalized heart. Nature Communications, (2016).
3. Kurzweil R. The Singularity Is Near. N.Y.: Viking, (2005).
4. Martin A. Makary, Michael Daniel. Medical error – the third leading cause of death in the US, BMJ, (2016).
5. Singatulin R., Ablyazov. K. Personal Accompanying Remote-Noninvasive Medical System. International Journal of Advances in Computer Science & Its Applications. 2015. Volume 5: Issue 1. Pp. 34–36.
6. Veshneva I., Singatulin R., Bolshakov A., Chistyakova T., Melnikov L. Model of formation of the feedback channel within ergatic systems for monitoring of quality of processes of formation of personnel competences. International Journal for Quality Research, 2015. Volume 9. Num. 3. Pp. 495–512.

К.А. Ablyazov¹, Л.К. Ablyazov², Р.А. Singatulin³

GEOINFORMATION INTERACTIVE MOBILE MEDICAL SYSTEM

Abstract. Today, there are a significant class of personalized mobile systems (*m-Health*) to monitor the health of the person. These personalized systems are designed for remote collection of different biomedical data of a person and are mainly used with diagnostic purposes. Such systems are passive means of measuring, control and collection of biomedical information and have limited class of tasks. An emerging new class of personalized medical and biological systems based on advanced technology provides greater interaction wearable biosensors, of drugs and the human body, greater integration database of biomedical information systems, global positioning and neural networking with stationary medical centers in real time. Below discusses the concept of personalized medicine with the use of mobile technology and satellite systems of positioning. The description of one of the projects being developed in the laboratory of Information Technology, Saratov State University, personal remote-invasive medical system based on mobile applications.

Key words: geoinformation technologies, basic architecture, personalized medicine, remote diagnostics, *m-Health*.

REFERENCES

1. Hummel R.L. Posledovatel'naya peredacha dannykh. [Serial data transmission.] M.: MIR, 1996. (in Russian).
2. Hermenegild J. Arevalo, Fijoy Vadakkumpadan, Eliseo Guallar, Alexander Jebb, Peter Malamas, Katherine C. Wu, & Natalia A. Trayanova. Arrhythmia risk stratification of patients after myocardial infarction using personalized heart. Nature Communications, (2016).

¹ Firm «Narat-K»; e-mail: main@narat.ru.

² Saratov State University; e-mail: labsgu@mail.ru.

³ Saratov State University; e-mail: rtulin@rambler.ru.

3. Kurzweil R. The Singularity Is Near. N.Y.: Viking, (2005).
 4. Martin A Makary, Michael Daniel. Medical error – the third leading cause of death in the US, BMJ, (2016).
 5. Singatulin R., Ablyazov. K. Personal Accompanying Remote-Noninvasive Medical System. International Journal of Advances in Computer Science & Its Applications. 2015. Volume 5: Issue 1. Pp. 34–36.
 6. Veshneva I., Singatulin R., Bolshakov A., Chistyakova T., Melnikov L. Model of formation of the feedback channel within ergatic systems for monitoring of quality of processes of formation of personnel competences. International Journal for Quality Research, 2015. Volume 9. Num. 3. Pp. 495–512.
-

УДК 911

Nikolaos Karanikolas¹, Dimitra Vagiona²

GEOGRAPHY OF ENERGY. A WORLD IN TRANSITION

Abstract. *Geography and energy are two major scientific fields. From one side Geography is the science which answers fundamental questions of spatial behavior of all environmental and human phenomenon and from the other side energy is actually the «fuel» of economic and social development for many countries and regions especially after industrial revolution. In today's world energy came to be one of the major fields of development, success or even conflict between countries and societies. The division of energy producers and energy suppliers and the world with access to energy or not came to be one of the major problems of world nations.*

During the last decades' geography of energy is a result of the tiny mix of geography and energy science. Tiny, because of the very few publications in the field although it is seriously accelerating during the 21st century.

It is only after 1961, when the discussion about the role of geographers in the field of energy and the answers to common geographic questions like patterns and spatial understanding of the production, distribution and needs of energy came up to the foreground.

It is true that the world face fundamental changes in the patterns of energy production, distribution and use. International and national policies of the countries are driving energy transitions from «conventional» to «unconventional» fossil fuels (Farrell and Brandt, 2006; Greene et al., 2006) and from non-renewable to renewable energy resources (REN21, 2012). These changes follow a pattern behavior and a spatial analysis of the phenomenon is seriously needed.

In this paper the transition of energy forms and the spatial behavior of energy production and needs are discussed. The future of an -energy driven- world sets the background for new tools of analysis of the demand for energy from human race. A theoretical background of the field of geography of energy is also given.

Key words: *Geography of energy, energy landscapes, production and needs of energy.*

Introduction. It was after 1960 when the growth of energy demands and needs were first recognized among with the geographic characteristics about the role of spatial distributions and patterns of energy supplies, production and needs (John D. Chapman, 1961; Pryde, 1985; Frantal et al, 2014). Since then although many academics worked on the topic of Geography of Energy and many publications, journals and conferences came alive and realized about the complexity of energy char-

¹ Assistant Professor, Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Engineering, School of Spatial Planning and Development; e-mail: karanik@auth.gr.

² Assistant Professor, Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Engineering, School of Spatial Planning and Development.