

**Секция «Экология и безопасность жизнедеятельности»,  
научный руководитель – Шаранов Р.В., канд. техн. наук**

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН,  
РАБОТАЮЩИХ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ**

Дашков И.С., Козлов А.А.

*Муромский институт, филиал Владимирского  
государственного университета, Муром,  
e-mail: dashkov.94@mail.ru*

Ежегодно сельское хозяйство Российской Федерации тратит на поддержание техники в исправном состоянии более 60 млрд.рублей. Более 70% из этих затрат приходится на закупку запасных частей. Специфика сельскохозяйственного производства состоит в том, что большинство деталей машин работают в различных почвах, соприкасаясь с абразивными частицами, подвергаются интенсивному износу. В состав почв входят минеральные частицы кварца и гранита с твердостью (HV 7...11ГПА), полевой шпат, слюда и другие минералы (HV 6...7,2ГПА). Основная масса частиц имеет округлую форму. Имеются в почве также частицы с открытыми кромками. Поверх-

ности рабочих органов, соприкасаясь с абразивными частями, получают разрушения в направлении агрегата. Большие износы рабочих органов получаются при работе агрегата на песчаных почвах, поскольку в них больше частиц абразива с повышенной твердостью и поэтому износы рабочих органов происходят медленнее.

Для определения зон упрочнения проводились исследования по изучению вида и места износа рабочих органов. Так, для лемеха, работающего в различных почвенных условиях, области наибольшего износа разные. На песчаных почвах наибольший износ наблюдается в носовой части, именно там необходимо проводить интенсивное упрочнение. Одним из методов упрочнения может использоваться статико-импульсная обработка рабочих органов.

Выполненные лабораторные исследования на опытных образцах позволили определить твердость и износостойкость по глубине упрочненной поверхности, согласно которым упрочненный слой достигает 8...10 мм.

**Секция «Экология и энергетика: состояние, проблемы и пути решения»,  
научный руководитель – Салова Т.Ю., д-р техн. наук, профессор**

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТАКТНОГО  
ДИСТАНЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ  
ИСКОПАЕМЫХ**

Данилов А.С.

*Национальный минерально-сырьевой университет  
«Горный», Санкт-Петербург, e-mail: twixsek@mail.ru*

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия являются одними из основных источников загрязнения компонентов окружающей среды. Но несмотря на их высокую экологическую опасность, существующие системы мониторинга окружающей среды не позволяют быстро и с высокой степенью достоверности проводить мониторинг состояния компонентов окружающей среды, что в конечном счете приводит к более высоким затратам на ликвидацию экологических негативных последствий антропогенного воздействия объектов минерально-сырьевого комплекса.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности являются пылящие пляжи хвостохранилищ обогатительных фабрик, откосы отвалов пустой породы, откосы бортов карьеров, а также залповые выбросы пыли при проведении массовых взрывов на предприятиях, осуществляющих разработку месторождений полезных ископаемых открытым способом. Одной из проблем мониторинга состояния компонентов окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, при проведении массовых взрывов является невозможность проводить наблюдения непосредственно во время проведения взрывных работ в достаточной близости от эпицентра взрыва. В ходе мониторинга пыления хвостохранилищ, откосов отвалов и т.п. возникает необходимость контроля пылевыведения с больших площадей.

Для решения данных проблем в Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» был

разработан комплекс мониторинга окружающей среды, основанный на использовании беспилотных летательных аппаратов, оснащенных аппаратурой целевой нагрузки.

В простейшем приближении, основное отличие беспилотного летательного аппарата от пилотируемого заключается в замене экипажа воздушного судна аппаратурным комплексом, включающим автопилот, управляемый по радиосвязи. Однако в действительности БПЛА – гораздо более сложный аппарат, который должен быть спроектирован надлежащим образом, изначально не содержа на борту экипажа. [1] Самолет является лишь частью, хотя и важной частью, из общей системы. Комплекс мониторинга изначально разрабатывался как целостная система, состоящая из ряда подсистем (рис. 1), и включает в себя:

а) станцию управления в которой расположено рабочее место оператора и программные приложения, обеспечивающие контроль оператором работы всего комплекса;

б) беспилотный летательный аппарат, несущий аппаратуру полезной нагрузки различного типа;

в) систему связи, обеспечивающую передачу управляющих команд со станции управления на борт БПЛА, а также передачу полезной информации с борта БПЛА на наземную станцию управления в режиме реального времени;

г) дополнительное оборудование, предназначенное для технической поддержки проводимых исследований. [2]

БПЛА нашли широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, на службе ведомственных организаций, они используются для решения широкого спектра задач, одними из которых могут быть:

- использование в гражданских целях;
- аэрофотосъемка, видеосъемка местности;
- мониторинг сельскохозяйственных территорий, территорий выпаса скота;
- поисково-спасательные работы;

- мониторинг состояния ландшафтов [3];
- таможенный надзор, контроль за незаконным пересечением государственной границы;
- мониторинг линий электропередач;
- обнаружение незаконных вырубок леса, мониторинг лесных пожаров;
- мониторинг магистральных нефте- и газопроводов, обнаружение утечек газа на газосепараторных станциях;
- отбор и анализ проб атмосферного воздуха,
- мониторинг и контроль дорожной ситуации.

Беспилотная авиационная система – это всего лишь система и она всегда должна рассматриваться как таковая. Система включает в себя ряд подсистем: летательный аппарат, его полезная нагрузка, станция управления (и, часто, другие удаленные станции), система запуска воздушного судна и вспомогательные подсистемы, если это необходимо (система технической поддержки, система связи, транспортная система и т.д.).

Она также должна рассматриваться как часть локальной или глобальной авиатранспортной / авиационной среды со своими нормами, правилами и требованиями. Беспилотная авиационная система, как правило, содержит те же, что и системы, основанные на использовании пилотируемых летательных аппаратов, однако такая подсистема как «экипаж» в данных системах заменен на электронную аппаратуру, обеспечивающую дистанционное управление беспилотным летательным аппаратом.

Другие элементы, то есть запуск, посадка, поддержка и т.д. имеют свои эквиваленты как в пилотируемых, так и в беспилотных системах. Беспилотный летательный аппарат не следует путать с авиамоделью или с «дроном», как это часто делается в средствах массовой информации. Радиоуправляемые модели самолетов используются только для спорта и должны постоянно оставаться в поле зрения оператора. Оператор обычно ограничивается управлением модели на этапе набора высоты или снижения и поворотами модели в воздушном пространстве [4].

Дрон имеет возможность вылетать из поля зрения оператора, но имеет «нулевой» искусственный интеллект, лишь на время запуска в предварительно запрограммированной миссии и возврата на базу. Таким образом из-за ошибок в изначальном программировании миссии, а также ошибок наведения дрона, часто

возникают ошибки в конечном результате (например отсутствие участка местности на снимках аэрофото-снимков).

БПЛА, в свою очередь, имеют большую степень автоматизации искусственного интеллекта. Они имеют возможность «общения» с оператором, находящимся на наземной станции управления и могут передавать на нее данные, такие как оптические или тепловизионные изображения местности, вместе с первичной информацией о положении БПЛА – высота, курс, скорость, крен и т.д. Также БПЛА имеют возможность передачи на наземную станцию управления пакета служебных данных, охватывающий такие аспекты, как количество топлива, температура компонентов, например, двигателя или электроники. При возникновении неисправности в любой из подсистем или компонентов, БПЛА могут быть разработаны автоматически принимаемые корректирующие меры и / или предупреждение оператора. В случае, например, нарушения радиосвязи между БПЛА и наземной станцией управления, БПЛА может быть запрограммирован на поиск радиолуча и повторное установление контакта или переключиться на другую частотную полосу

Более автоматизированный БПЛА может иметь дополнительные программы, которые позволяют ему реагировать на изменение состояния по схеме: «если это произойдет, то реализовать данную операцию». для некоторых систем, предпринимаются попытки реализовать возможность принятия решений на борту с использованием искусственного интеллекта для того, чтобы предоставить ей автономно работы, в отличие от автоматического принятия решений.

Развитие и эксплуатация беспилотных авиационных систем как технология, получило широкое распространение в последние 20 лет и, как и многие новые технологии, используемая терминология часто менялось в течение этого периода.

Аббревиатура ДПА (дистанционно пилотируемый аппарат) первоначально использовалась для беспилотных летательных аппаратов, но с появлением систем, внедряющих наземные или подводные аппараты были приняты другие определения, чтобы уточнить ссылку на бортовые системы транспортных средств. «Беспилотный летательный аппарат» – является наиболее подходящим термином для определения летательных аппаратов, управляемых не экипажем [5].

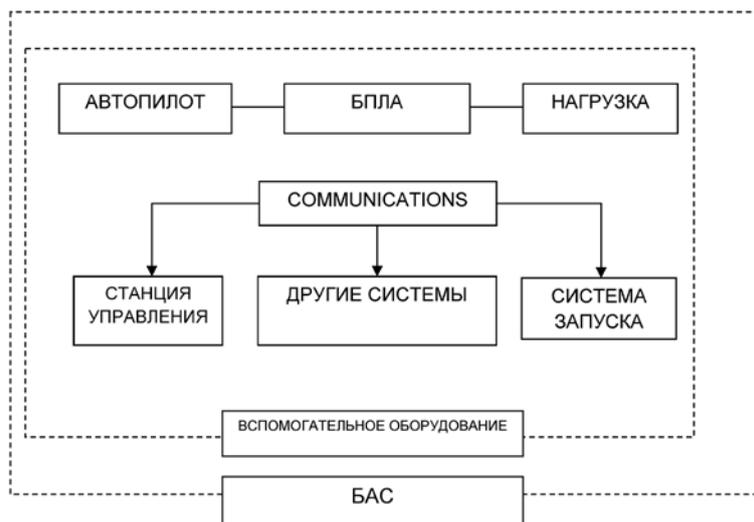


Рис. 1. Схема беспилотной авиационной системы

Согласно указу президента №889 от 07.07.2011, технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды отнесены к критическим технологиям Российской Федерации. [6]

В этой связи разработка новых, высокооперативных средств мониторинга является крайне актуальной. Повышение оперативности наблюдений может достигаться использованием беспилотных летательных аппаратов на базе микроавиационной техники, а также телекоммуникационных систем сбора, анализа и обработки информации о состоянии геосистем.

В области экологического мониторинга с использованием БЛА решается следующий спектр проблем:

1. Оценка состояния воздуха в приземном слое атмосферы (на территории городов и промагglomerаций, производственный мониторинг промышленных объектов, фоновый мониторинг);

2. Оценка загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами;

3. Оценка состояния растительного покрова (в зонах техногенеза и на фоновых участках);

4. Оценка радиационного загрязнения окружающей среды (также и в чрезвычайных ситуациях – при авариях на атомных электростанциях);

5. Обнаружение и наблюдение при спасательных операциях;

6. Ведение разведки лесопожарной обстановки;

7. Наблюдение при проведении культурно-массовых мероприятий, мониторинг транспортных потоков и дорожной ситуации.

В настоящее время дистанционные методы (лидарное зондирование, аэрокосмические методы и др.) широко применяются для контроля состояния окружающей среды. Тем не менее рассмотренные методы не позволяют проводить трехмерной оценки состояния атмосферного воздуха и оперативно проводить контроль миграции загрязняющих компонентов в зонах техногенеза. [7]

Технические средства и комплект сменной исследовательской аппаратуры, размещаемые на беспилотных летательных аппаратах, определяют полезную нагрузку, которая напрямую связана с техническими

характеристиками используемых беспилотных летательных аппаратов.

Беспилотные летательные аппараты по принципу создания подъемной силы подразделяются на:

– самолеты (с жестким и мягким крылом);

– самолеты вертикального взлета;

– автожиры;

– вертолеты;

– аэростатические управляемые аппараты и др.

Для решения задач экологического мониторинга на основе приведенной классификации беспилотных летательных аппаратов наиболее перспективными оказываются аппараты вертолетного типа, однако конструктивная сложность таких аппаратов, сложность систем управления при высокой сложности пилотирования определяют необходимость совместного использования беспилотных летательных аппаратов вертолетного и самолетного типов.[8]

Разработанные беспилотные летательные аппараты РДР-2015 «Горный» (рис. 2) предназначены для использования в качестве носителя для выполнения аэрофото- и видеосъемки местности, как панорамной так и плановой, для проведения мониторинга теплового загрязнения среды, определения концентрации загрязняющих веществ (таких как диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, сероводород, метан) в атмосферном воздухе, определения уровня радиационного загрязнения окружающей природной среды, мониторинга пыления. Конструктивное исполнение позволяет проводить вышеперечисленные мониторинговые мероприятия одновременно. Герметичное исполнение модуля бортовой электронной аппаратуры продлевает срок службы дорогостоящего оборудования при регулярной эксплуатации в неблагоприятных условиях. Оперативность проведения мероприятий экологического мониторинга обеспечивается наличием системы двуканальной радиосвязи в режиме реального времени между беспилотными летательными аппаратами и наземной станцией управления, на которой проводится ввод, контроль и, при необходимости, редактирование маршрута полета, а также обработка полученных результатов.



Рис. 2. Комплекс экологического мониторинга РДР-2015 «Горный»

Высокая устойчивость и хорошая управляемость обеспечивают эксплуатацию мониторингового комплекса в широком диапазоне параметров окружающей среды, на ограниченных площадках. Неблагоприятные метеословия не являются помехой использованию комплекса экологического мониторинга благодаря высокой устойчивости беспилотного летательного аппарата. При разработке беспилотных летательных аппаратов использовалась модульная архитектура, что позволяет при необходимости оперативно менять состав аппаратуры полезной нагрузки и перевозить мониторинговый комплекс в разобранном виде.

В состав комплекса экологического мониторинга состояния окружающей природной среды входят:

- наземная станция управления, выполненная на базе автомобиля-фургона;
- метеостанция;
- беспилотные летательные аппараты вертолетного и самолетного типа;
- комплект аппаратуры полезной нагрузки;
- комплект оборудования, обеспечивающий старт беспилотного летательного аппарата самолетного типа;
- запас ГСМ и ЗИП;

Методика проведения мониторинга с использованием БЛА разрабатывается в зависимости от объекта исследований, его площади, протяженности, уровня и номенклатуры загрязняющих компонентов окружающей среды. [9]

Мониторинг атмосферного воздуха осуществляют в две стадии. Данную методику рационально применять при проведении мониторинга состояния атмосферного воздуха в районах расположения точечных и площадных источников загрязнения атмосферы.

Программа мониторинга включает контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения в нижних слоях атмосферы, траектория облета опре-

деляется площадью источника загрязнения, а также техническими возможностями беспилотных летательных аппаратов, определяющими максимальную длину возможного полета беспилотного летательного аппарата.

Для проведения мониторинга протяженных объектов (линий электропередач, газо- и нефтепроводов, лотических водных объектов) предлагается применять облет беспилотного летательного аппарата самолетного типа вдоль объекта мониторинга. Программное обеспечение наземной станции управления позволяет использовать в качестве карты любую топографическую основу. Привязка может быть осуществлена по двум точкам. Также возможно использование в качестве топоосновы электронных карт, по обеспечивает введение, автоматический контроль и редактирование маршрута облета. Для каждой точки маршрута может быть задана высота. Существует возможность задачи точки посадки (на площадку 5x5 м), а также алгоритм поведения беспилотного летательного аппарата в нестандартных ситуациях. на наземной станции управления также программируется частота отбора пробы на протяжении маршрута полета, коэффициент перекрытия кадров (про проведение аэрофотосъемки местности). При записи точек и любых действий, связанных с изменением режима управления беспилотных летательных аппаратов, ведется лог возникших событий. Также в лог записываются поступающие телеметрические данные. Панель оперативной индикации позволяет контролировать все важные параметры, для анализа функционирования и исправности бортовых систем. для просмотра логов полета (в том числе и в режиме реального времени), анализа поведения беспилотного летательного аппарата и бортовой аппаратуры в полете, для оперативной корректировки параметров используется встроенное программное обеспечение (рис. 3).

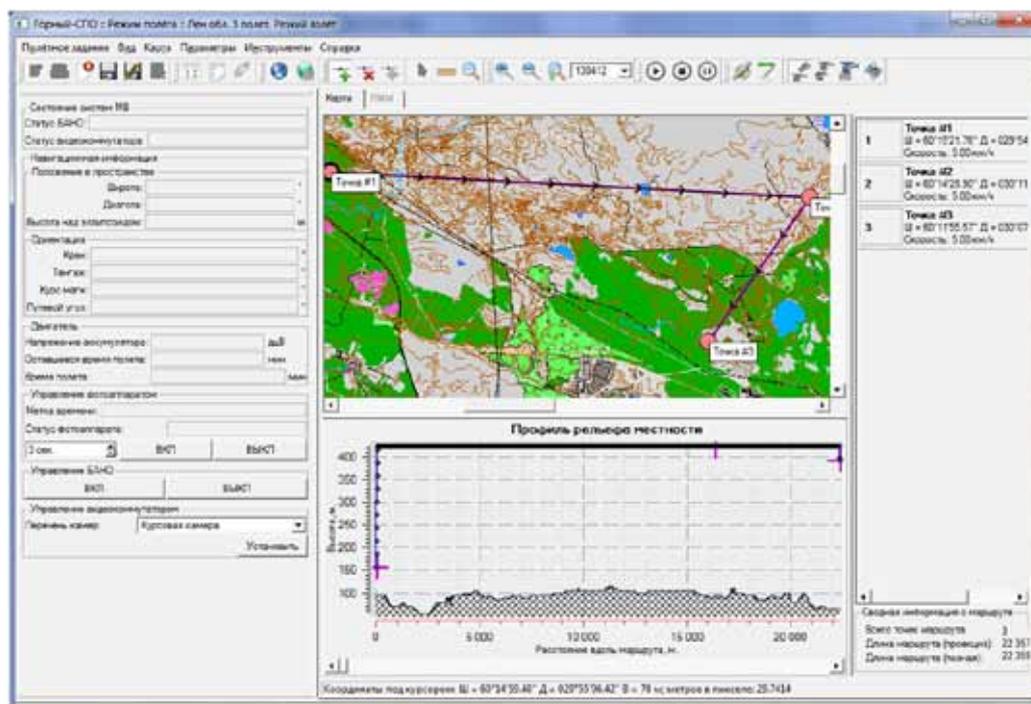


Рис. 3. Интерфейс встроенного программного обеспечения

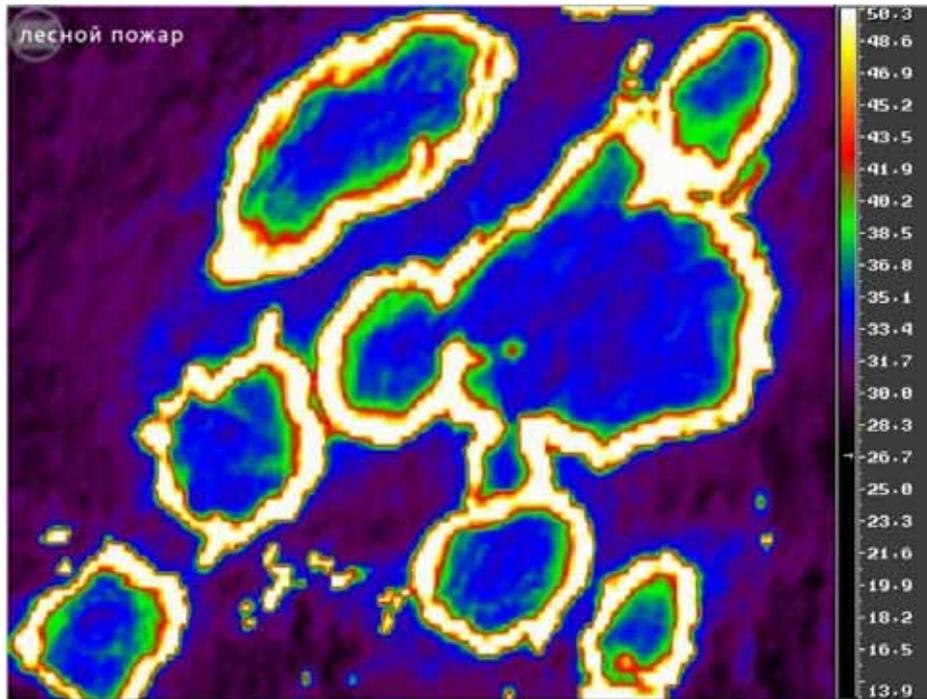


Рис. 4. Аэрофотоснимки участка леса в ИК-диапазоне

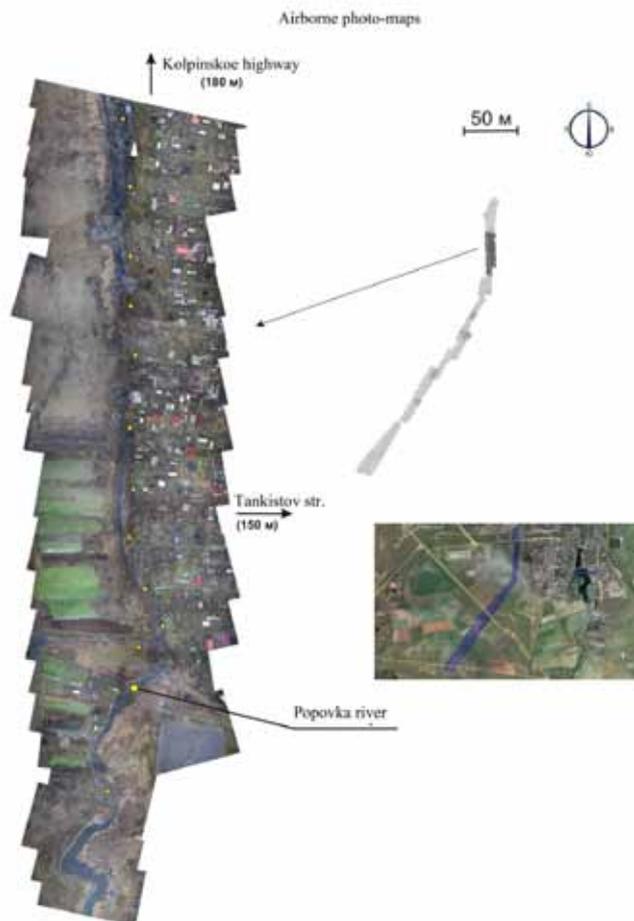


Рис. 5. Результаты аэрофотосъемки местности

Основой операторского интерфейса служит цифровая карта и накладываемые на нее интерактивные панели управления.

В качестве примеров проводимых исследований можно привести аэрофотоснимки участка леса, полученные в инфракрасном (ИК) диапазоне (рис. 4), а также сшивку аэрофотоснимков территории Ленинградской области (рис. 5). Состояние растительного покрова вследствие влияния техногенного воздействия горного предприятия также можно оценить по ИК-снимкам. Измерение полей температуры позволяет определить тепловые потери теплограсс, городской застройки и т.д. В результате проведенных исследований решена актуальная научно-производственная задача разработки состава комплекса измерительных средств и проведены экспериментальные исследования новых методов дистанционного контроля качества состояния компонентов окружающей среды на территориях горнопромышленных агломераций:

Выявлено, что наземные методы мониторинга не позволяют получить все необходимые данные о состоянии поверхностных вод, атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, поскольку территории расположения горнопромышленных агломераций отличаются сложным рельефом, что не позволяет обследовать труднодоступные места – территории хранилищ отходов производства, карьерных выемок и др.

Проведена разработка состава комплекса измерительных средств для мониторинга атмосферного воздуха, установленных на беспилотных летающих аппаратах, позволяющая решать актуальные задачи оперативного экологического мониторинга за состоянием окружающей среды.

#### Список литературы

1. Данилов А.С. Использование БЛА в системе экологического мониторинга загрязнения атмосферы, 2012, изд. Референт, Уссурийск, с. 26-29.
2. Reg A. Unmanned Aircraft System, 2010, Aptara Inc. New Delhi, p.34.
3. Eisenbei H. UAV Photogrammetry, 2009, Dresden University of Technology Press, pp. 105-107.
4. Данилов А.С. Использование малогабаритных беспилотных летательных аппаратов в целях экологического мониторинга. Сбор-

ник научных трудов 9-й международной конференции по проблемам горной промышленности, Том 2, Минск – Тула – Донецк 2013 с 79-85.

5. Danilov A.S. 2013 System of the ecological monitoring of environment with usage of UAV. Ecology&Industry of Russia Journal, 9(10): 4-8.

6. Данилов А.С. Смирнов Ю.Д., Пашкевич М.А., Программа «Инкубатор». Сотрудничество науки и промышленности. Материалы конференции «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса» С-Пб, 2012. с.63-69.

7. Смирнов Ю.Д. Современные методы экологического мониторинга атмосферного воздуха. Изд. Кубанского Государственного университета, 2012. с. 444-451.

8. Lisenkov O.B. 2011. Experience of application of UAV for monitoring of natural environment of Arctic during an international expedition in Shpicbergen. Russian arctic researches Journal, 1(2): 28-32.

9. Peter W. Merlin, 2009. Unmanned aircraft systems. Western state fire missions. Greenwood Press., pp. 50-52.

#### ВАЖНОСТЬ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ

Зяблова Н.Н., Лаштур А.Л.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: all1@tpu.ru

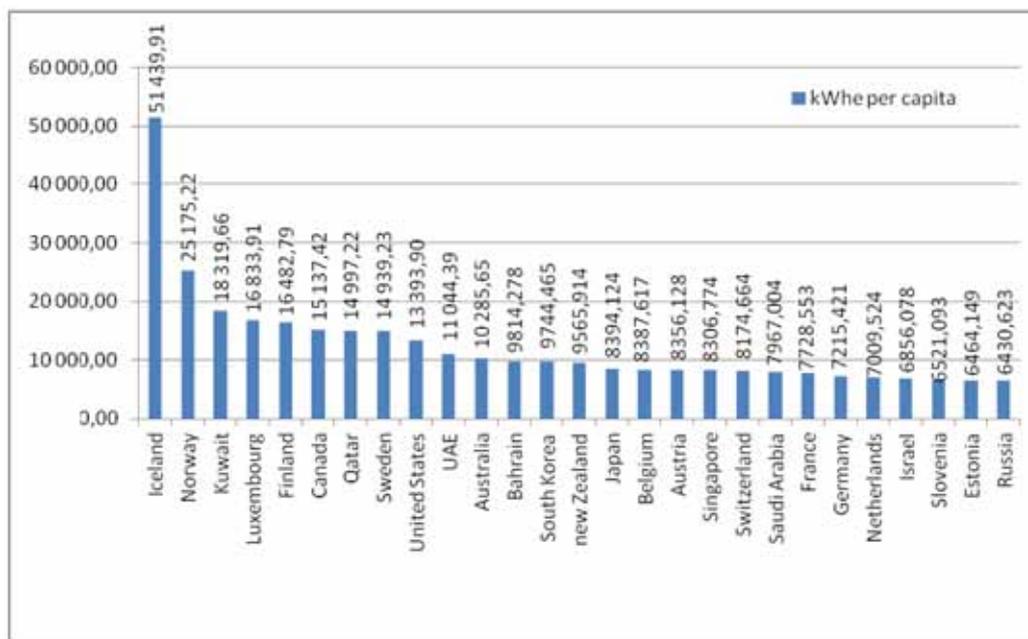
Nuclear power energy is one of the major sources of energy, which have long been included in the lives of people and there have not still been found another alternative.

Nuclear energy is used in nuclear power of stationary and non-stationary types and plays a very significant role in the production of electric power. Nuclear energy has a great advantage over other forms of energy, especially chemical one due to very high concentration of fuel per unit mass. Nuclear fuel (uranium) is the most expensive type of fuel for power plants because of its high specific concentration and is used despite the complexity of its production and a very low content of uranium in the ore.

In our time, electricity has become a vital factor in human activity. This primarily applies to developed countries and several smaller developing ones.

The value of electrical energy for humanity is unusually large. It is impossible to imagine a factory or manufacturing without electrical energy, as well as a dwelling house without electricity and water. Life of modern people is impossible without electricity. [1]

Rating of level of consumption electricity per capita of population in some countries is represented as proof of it:



Rating of level of consumption electricity per capita of population in some countries [4]